

POLARIZATION ELEMENT AND LIQUID CRYSTAL DISPLAY PROVIDED WITH THE SAME

Patent number: JP2003222725
Publication date: 2003-08-08
Inventor: UMETANI MASAKI
Applicant: DAINIPPON PRINTING CO LTD
Classification:
 - international: **G02B5/30; G02F1/1335; G02F1/13357; G02B5/30; G02F1/13; (IPC1-7): G02B5/30; G02F1/1335; G02F1/13357**
 - european:
Application number: JP20020024114 20020131
Priority number(s): JP20020024114 20020131

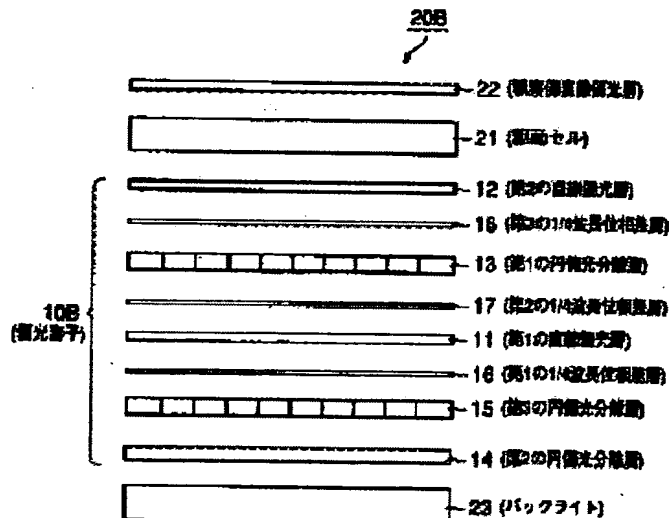
Report a data error here

Abstract of JP2003222725

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a polarization element and a liquid crystal display which is excellent in efficiency for utilizing a light and adaptability to environment.

SOLUTION: The polarization element 10C of the liquid crystal display 20C is provided with circular polarization separating layers 13-15. The circular polarization separating layer 13 reflects a light with a predetermined wavelength region included in an external light at each pixel. The circular polarization separating layer 14 transmits a backlight in a state of not being polarized as a clockwise circular polarization. The circular polarization separating layer 15 selectively reflects the clockwise circular polarization at each pixel in a wavelength region other than the predetermined wavelength region reflected by the circular polarization separating layer 13. Absorbing linear polarization layers 11, 12 are respectively provided on a back side and an observed side of the circular polarization separating layer 13. A 1/4 wavelength wave plate layer 16 is provided so as to transmit the backlight emitted from the circular polarization separating layers 14, 15 to the observed side without a loss. 1/4 wavelength wave plate layers 17, 18 are also respectively provided on the back side and the observed side of the circular polarization separating layer 13 so as to arbitrarily set the efficiency for utilizing the external light and the backlight.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2003-222725

(P2003-222725A)

(43) 公開日 平成15年8月8日 (2003.8.8)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
G 0 2 B 5/30		G 0 2 B 5/30	2H049
G 0 2 F 1/1335	5 1 0	G 0 2 F 1/1335 5 1 0	2H091
	5 2 0		5 2 0
1/13357		1/13357	

審査請求 未請求 請求項の数 2 1 O L

(全 2 4 頁)

(21) 出願番号 特願2002-24114 (P2002-24114)

(22) 出願日 平成14年1月31日 (2002.1.31)

(71) 出願人 000002897

大日本印刷株式会社

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号

(72) 発明者 梅 谷 雅 規

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 大

日本印刷株式会社内

(74) 代理人 100075812

弁理士 吉武 賢次 (外6名)

F ターム (参考) 2H049 BA02 BA06 BA07 BA18 BA27

BA42 BA43 BB03 BC14 BC22

2H091 FA07X FA07Z FA10Z FA11Z FA41Z

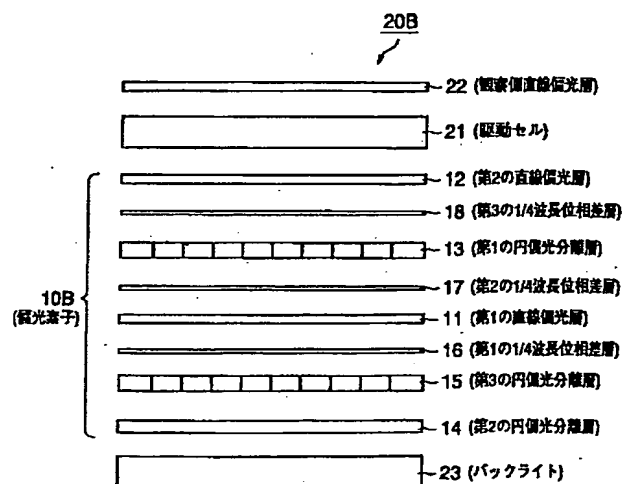
FA44Z FD06 LA03 LA13

(54) 【発明の名称】 偏光素子およびそれを備えた液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】 光の利用効率および環境への対応性に優れた偏光素子および液晶表示装置を提供する。

【解決手段】 液晶表示装置 20 C の偏光素子 10 C は、円偏光分離層 13 ~ 15 を備えている。円偏光分離層 13 は、外光に含まれる所定の波長領域の光を画素ごとに反射する。円偏光分離層 14 は、無偏光状態のバックライト光を右円偏光として透過し、円偏光分離層 15 は、当該右円偏光を、円偏光分離層 13 が反射する所定の波長領域以外の波長領域において画素ごとに選択的に反射する。円偏光分離層 13 の背面側および観察側にはそれぞれ、吸収型の直線偏光層 11, 12 が設けられている。また、円偏光分離層 14, 15 から出射したバックライト光をロスなく観察側へ送るため、1/4 波長位相差層 16 が設けられている。さらに、円偏光分離層 13 の背面側および観察側にはそれぞれ、外光およびバックライト光の利用効率を任意に設定するため、1/4 波長位相差層 17, 18 が設けられている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】右円偏光成分または左円偏光成分のいずれか一方の円偏光成分を、可視光領域に含まれる所定の波長領域において選択的に反射する第 1 の円偏光分離層と、

前記第 1 の円偏光分離層の背面側に設けられた吸収型の第 1 の直線偏光層と、

前記第 1 の円偏光分離層の観察側に設けられ、前記第 1 の直線偏光層と光学軸が直交するように配置された吸収型の第 2 の直線偏光層と、

前記第 1 の直線偏光層の背面側に設けられ、前記第 1 の円偏光分離層が選択的に反射する前記一方の円偏光成分と同一の旋光方向の円偏光成分を、前記第 1 の円偏光分離層が反射する前記所定の波長領域を含む可視光領域において選択的に反射する第 2 の円偏光分離層と、

前記第 1 の直線偏光層と前記第 2 の円偏光分離層との間に設けられ、前記第 2 の円偏光分離層が選択的に反射する前記一方の円偏光成分と異なる旋光方向の円偏光成分を、可視光領域のうち前記第 1 の円偏光分離層が反射する前記所定の波長領域以外の波長領域において選択的に反射する第 3 の円偏光分離層と、

前記第 1 の直線偏光層と前記第 3 の円偏光分離層との間に設けられた第 1 の $1/4$ 波長位相差層とを備え、

前記第 1 の直線偏光層は、その光学軸が、前記第 2 の円偏光分離層および前記第 1 の $1/4$ 波長位相差層を通過することにより形成された直線偏光の振幅方向と一致するように配置されていることを特徴とする、偏光素子。

【請求項 2】前記第 1 の円偏光分離層と前記第 1 の直線偏光層との間に設けられた第 2 の $1/4$ 波長位相差層と、

前記第 1 の円偏光分離層と前記第 2 の直線偏光層との間に設けられ、前記第 2 の $1/4$ 波長位相差層と光学軸が直交するように配置された第 3 の $1/4$ 波長位相差層とをさらに備えたことを特徴とする、請求項 1 記載の偏光素子。

【請求項 3】前記第 2 および第 3 の $1/4$ 波長位相差層は、印加電圧に応じて光学軸が変化する位相差層であることを特徴とする、請求項 2 記載の偏光素子。

【請求項 4】前記第 1 乃至第 3 の $1/4$ 波長位相差層のうちの少なくとも 1 つは、広帯域の $1/4$ 波長位相差層であることを特徴とする、請求項 2 記載の偏光素子。

【請求項 5】前記第 2 の円偏光分離層は $400 \sim 750$ nm の波長領域の光を選択的に反射することを特徴とする、請求項 1 乃至 4 のいずれか記載の偏光素子。

【請求項 6】前記第 1 の円偏光分離層は、層面内で区分された複数の区分領域を有し、当該各区分領域において、異なる波長領域の光を選択的に反射することを特徴とする、請求項 1 乃至 5 のいずれか記載の偏光素子。

【請求項 7】前記第 3 の円偏光分離層は、前記第 1 の円偏光分離層の区分領域に対応する複数の区分領域を有

し、当該各区分領域において、可視光領域のうち前記第 1 の円偏光分離層の前記各区分領域が反射する波長領域以外の波長領域の光を選択的に反射することを特徴とする、請求項 6 記載の偏光素子。

【請求項 8】前記第 3 の円偏光分離層は、前記各区分領域において、少なくとも 2 種類以上の異なる波長領域の光を選択的に反射することを特徴とする、請求項 7 記載の偏光素子。

【請求項 9】前記第 1 の円偏光分離層は、その各区分領域において、赤色、緑色または青色の波長領域の光を選択的に反射し、前記第 3 の円偏光分離層は、その各区分領域において、青色および緑色の波長領域の光、緑色および赤色の波長領域の光、または青色および赤色の波長領域の光を選択的に反射することを特徴とする、請求項 8 記載の偏光素子。

【請求項 10】前記第 1 乃至第 3 の円偏光分離層のうちの少なくとも 1 つは、コレステリック液晶層であることを特徴とする、請求項 1 乃至 9 のいずれか記載の偏光素子。

【請求項 11】前記第 3 の円偏光分離層は、前記第 2 の円偏光分離層が選択的に反射する前記一方の円偏光成分と同一の旋光方向の円偏光成分を選択的に反射するコレステリック液晶層と、このコレステリック液晶層を挟持する一对の $1/2$ 波長位相差層とを有することを特徴とする、請求項 1 乃至 10 のいずれか記載の偏光素子。

【請求項 12】右円偏光成分または左円偏光成分のいずれか一方の円偏光成分を、可視光領域に含まれる所定の波長領域において選択的に反射する第 1 の円偏光分離層と、

前記第 1 の円偏光分離層の背面側に設けられた吸収型の第 1 の直線偏光層と、

前記第 1 の円偏光分離層の観察側に設けられ、前記第 1 の直線偏光層と光学軸が直交するように配置された吸収型の第 2 の直線偏光層と、

前記第 1 の円偏光分離層と前記第 1 の直線偏光層との間に設けられた第 2 の $1/4$ 波長位相差層と、

前記第 1 の円偏光分離層と前記第 2 の直線偏光層との間に設けられ、前記第 2 の $1/4$ 波長位相差層と光学軸が直交するように配置された第 3 の $1/4$ 波長位相差層とを備えたことを特徴とする、偏光素子。

【請求項 13】前記第 2 および第 3 の $1/4$ 波長位相差層は、印加電圧に応じて光学軸が変化する位相差層であることを特徴とする、請求項 12 記載の偏光素子。

【請求項 14】前記第 1 乃至第 3 の $1/4$ 波長位相差層のうちの少なくとも 1 つは、広帯域の $1/4$ 波長位相差層であることを特徴とする、請求項 12 記載の偏光素子。

【請求項 15】前記第 1 の直線偏光層の背面側に設けられ、前記第 1 の円偏光分離層が選択的に反射する前記一方の円偏光成分と同一の旋光方向の円偏光成分を、少な

くとも前記第1の円偏光分離層が反射する前記所定の波長領域において選択的に反射する第2の円偏光分離層と、前記第1の直線偏光層と前記第2の円偏光分離層との間に設けられた第1の1/4波長位相差層とをさらに備え、前記第1の直線偏光層は、その光学軸が、前記第2の円偏光分離層および前記第1の1/4波長位相差層を通過することにより形成された直線偏光の振幅方向と一致するように配置されていることを特徴とする、請求項12乃至14のいずれか記載の偏光素子。

【請求項16】前記第1の円偏光分離層は、層面内で区分された複数の区分領域を有し、当該各区分領域において、異なる波長領域の光を選択的に反射することを特徴とする、請求項12乃至15のいずれか記載の偏光素子。

【請求項17】前記第1の円偏光分離層は、その各区分領域において、赤色、緑色または青色の波長領域の光を選択的に反射することを特徴とする、請求項16記載の偏光素子。

【請求項18】前記第1および第2の円偏光分離層のうちの少なくとも1つは、コレステリック液晶層であることを特徴とする、請求項12乃至17のいずれか記載の偏光素子。

【請求項19】請求項1乃至11のいずれか記載の偏光素子と、

前記偏光素子の観察側に設けられ、印加電圧に応じて光の偏光状態を変化させることにより明暗制御を行う液晶駆動セルと、

前記偏光素子の背面側に設けられ、前記液晶駆動セルに対して白色光を照射するバックライトとを備えたことを特徴とする、液晶表示装置。

【請求項20】請求項12乃至18のいずれか記載の偏光素子と、

前記偏光素子の観察側に設けられ、印加電圧に応じて光の偏光状態を変化させることにより明暗制御を行う液晶駆動セルと、

前記偏光素子の背面側に設けられ、前記液晶駆動セルに対して前記第1の円偏光分離層が反射する前記所定の波長領域と同一の波長領域の着色光を照射するバックライトとを備えたことを特徴とする、液晶表示装置。

【請求項21】前記バックライトは、エレクトロルミネセンス光源であることを特徴とする、請求項20記載の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、透過反射型の液晶表示装置等で好適に用いられる偏光素子に係り、とりわけ、外光およびバックライト光の両方を効率的に利用して画像等の表示を行うことができる、偏光素子およびそ

れを備えた液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来から、外光およびバックライト光の両方を利用して画像等の表示を行う液晶表示装置として、透過反射型の液晶表示装置が知られている。近年、このような透過反射型の液晶表示装置は、携帯電話やPDA (personal digital assistants) 等のモバイル端末用の表示ディスプレイとして注目を集めている。

【0003】このような透過反射型の液晶表示装置では一般に、観察側から入射する外光のうち特定の波長領域の光を所定の割合で反射するとともに、背面側に設けられたバックライトからの光（バックライト光）を所定の割合で透過する半透過反射層が設けられており、外光およびバックライト光の両方を効率的に利用し、明るい場所では主として外光を利用して表示を行い、暗い場所では主としてバックライト光を利用して表示を行うことができるようになっている。

【0004】ところで、このような透過反射型の液晶表示装置で用いられる半透過反射層としては、特定の偏光状態の特定の波長領域の光を選択的に反射する偏光分離層が用いられることが多い。このような偏光分離層はコレステリック液晶層等からなるものであり、コレステリック液晶層の物理的な分子配列（プレーナ配列）に基づいて一方向の円偏光成分とこれと逆廻りの円偏光成分とを分離する旋光選択特性により、プレーナ配列のヘリカル軸に入射した入射光が、右円偏光成分および左円偏光成分に分離され、一方の円偏光成分は反射され、他方の円偏光成分は透過される。この現象は、円偏光二色性として広く知られており、円偏光成分の旋光方向を入射光に対して適宜選択することにより、コレステリック液晶層のヘリカル軸の方向と同一の旋光方向を有する円偏光成分が選択的に反射または透過される。なお、本明細書において「液晶層」という用語は、液晶の性質（特に光学的特性）をある部分で保有している膜という意味で用い、物理的な意味での液晶相という状態を指すのではない。例えば、流動性のないものでも、液晶相（例えばコレステリック相）の分子配列を保って固化された膜であれば、それはここでいう液晶層である。

【0005】このような偏光分離層は、特定の波長領域の光を選択的に反射する機能を有することから、外光を反射させて表示を行う際の反射表示用のカラーフィルタとしても作用し、顔料分散型等の吸収型のカラーフィルタと組み合わせることにより、外光を利用した反射表示およびバックライト光を利用した透過表示のいずれにおいてもカラー表示を実現することが可能となる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した従来の透過反射型の液晶表示装置では、光の利用効率に優れた偏光分離層により、外光を利用した反射表示用のカラーフィルタが実現されているものの、バックライ

ト光を利用した透過表示用のカラーフィルタとしては顔料分散型等の吸収型のカラーフィルタを用いることから、当該カラーフィルタによって吸収される光の分だけ光の利用効率が低下するという問題がある。

【0007】また、上述した従来の透過反射型の液晶表示装置では、外光およびバックライト光の利用効率はあらかじめ設定されており、表示装置の使用環境が変化したとしても、それらの利用効率の比等を変えることはできないという問題がある。

【0008】本発明はこのような点を考慮してなされたものであり、吸収型のカラーフィルタを用いる必要がない、光の利用効率に優れた偏光素子および液晶表示装置を提供することを目的とする。

【0009】また、本発明は、表示ディスプレイが使用される環境に応じて外光およびバックライト光の利用効率を任意に設定することができる、環境への対応性に優れた偏光素子および液晶表示装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、第1の特徴として、右円偏光成分または左円偏光成分のいずれか一方の円偏光成分を、可視光領域に含まれる所定の波長領域において選択的に反射する第1の円偏光分離層と、前記第1の円偏光分離層の背面側に設けられた吸収型の第1の直線偏光層と、前記第1の円偏光分離層の観察側に設けられ、前記第1の直線偏光層と光学軸が直交するように配置された吸収型の第2の直線偏光層と、前記第1の直線偏光層の背面側に設けられ、前記第1の円偏光分離層が選択的に反射する前記一方の円偏光成分と同一の旋光方向の円偏光成分を、前記第1の円偏光分離層が反射する前記所定の波長領域を含む可視光領域において選択的に反射する第2の円偏光分離層と、前記第1の直線偏光層と前記第2の円偏光分離層との間に設けられ、前記第2の円偏光分離層が選択的に反射する前記一方の円偏光成分と異なる旋光方向の円偏光成分を、可視光領域のうち前記第1の円偏光分離層が反射する前記所定の波長領域以外の波長領域において選択的に反射する第3の円偏光分離層と、前記第1の直線偏光層と前記第3の円偏光分離層との間に設けられた第1の1/4波長位相差層とを備え、前記第1の直線偏光層は、その光学軸が、前記第2の円偏光分離層および前記第1の1/4波長位相差層を通過することにより形成された直線偏光の振動方向と一致するように配置されていることを特徴とする、偏光素子を提供する。

【0011】なお、本発明の第1の特徴においては、前記第1の円偏光分離層と前記第1の直線偏光層との間に設けられた第2の1/4波長位相差層と、前記第1の円偏光分離層と前記第2の直線偏光層との間に設けられ、前記第2の1/4波長位相差層と光学軸が直交するように配置された第3の1/4波長位相差層とをさらに備え

ることが好ましい。

【0012】また、前記第2および第3の1/4波長位相差層は、印加電圧に応じて光学軸が変化する位相差層であることが好ましい。

【0013】なお、前記第1乃至第3の1/4波長位相差層のうちの少なくとも1つは、広帯域の1/4波長位相差層であることが好ましい。

【0014】さらに、前記第2の円偏光分離層は400～750nmの波長領域の光を選択的に反射することが好ましい。

【0015】さらに、前記第1の円偏光分離層は、層内で区分された複数の区分領域を有し、当該各区分領域において、異なる波長領域の光（赤色、緑色または青色の波長領域の光）を選択的に反射することが好ましく、また、前記第3の円偏光分離層は、前記第1の円偏光分離層の区分領域に対応する複数の区分領域を有し、当該各区分領域において、可視光領域のうち前記第1の円偏光分離層の前記各区分領域が反射する波長領域以外の波長領域の光を選択的に反射することが好ましい。なお、前記第3の円偏光分離層は、前記各区分領域において、少なくとも2種類以上の異なる波長領域の光（青色および緑色の波長領域の光、緑色および赤色の波長領域の光、または青色および赤色の波長領域の光）を選択的に反射することが好ましい。

【0016】なお、前記第1乃至第3の円偏光分離層のうちの少なくとも1つは、コレステリック液晶層であることが好ましい。

【0017】また、前記第3の円偏光分離層は、前記第2の円偏光分離層が選択的に反射する前記一方の円偏光成分と同一の旋光方向の円偏光成分を選択的に反射するコレステリック液晶層と、このコレステリック液晶層を挟持する一対の1/2波長位相差層とを有することが好ましい。

【0018】なお、上述した第1の特徴に係る偏光素子は、液晶表示装置で用いることが可能である。この場合の液晶表示装置は、前記偏光素子の観察側に設けられ、印加電圧に応じて光の偏光状態を変化させることにより明暗制御を行う液晶駆動セルと、前記偏光素子の背面側に設けられ、前記液晶駆動セルに対して白色光を照射するバックライトとを備えている。

【0019】本発明は、第2の特徴として、右円偏光成分または左円偏光成分のいずれか一方の円偏光成分を、可視光領域に含まれる所定の波長領域において選択的に反射する第1の円偏光分離層と、前記第1の円偏光分離層の背面側に設けられた吸収型の第1の直線偏光層と、前記第1の円偏光分離層の観察側に設けられ、前記第1の直線偏光層と光学軸が直交するように配置された吸収型の第2の直線偏光層と、前記第1の円偏光分離層と前記第1の直線偏光層との間に設けられた第2の1/4波長位相差層と、前記第1の円偏光分離層と前記第2の直

線偏光層との間に設けられ、前記第2の1/4波長位相差層と光学軸が直交するように配置された第3の1/4波長位相差層とを備えたことを特徴とする、偏光素子を提供する。

【0020】本発明の第2の特徴においては、前記第2および第3の1/4波長位相差層は、印加電圧に応じて光学軸が変化する位相差層であることが好ましい。

【0021】また、前記第1乃至第3の1/4波長位相差層のうちの少なくとも1つは、広帯域の1/4波長位相差層であることが好ましい。

【0022】さらに、前記第1の直線偏光層の背面側に設けられ、前記第1の円偏光分離層が選択的に反射する前記一方の円偏光成分と同一の旋光方向の円偏光成分を、少なくとも前記第1の円偏光分離層が反射する前記所定の波長領域において選択的に反射する第2の円偏光分離層と、前記第1の直線偏光層と前記第2の円偏光分離層との間に設けられた第1の1/4波長位相差層とをさらに備え、前記第1の直線偏光層は、その光学軸が、前記第2の円偏光分離層および前記第1の1/4波長位相差層を通過することにより形成された直線偏光の振幅方向と一致するように配置されていることが好ましい。

【0023】さらに、前記第1の円偏光分離層は、層面内で区分された複数の区分領域を有し、当該各区分領域において、異なる波長領域の光（赤色、緑色または青色の波長領域の光）を選択的に反射することが好ましい。

【0024】さらに、前記第1および第3の円偏光分離層のうちの少なくとも1つは、コレステリック液晶層であることが好ましい。

【0025】なお、上述した第2の特徴に係る偏光素子は、液晶表示装置で用いることが可能である。この場合の液晶表示装置は、前記偏光素子の観察側に設けられ、印加電圧に応じて光の偏光状態を変化させることにより明暗制御を行う液晶駆動セルと、前記偏光素子の背面側に設けられ、前記液晶駆動セルに対して前記第1の円偏光分離層が反射する前記所定の波長領域と同一の波長領域の着色光を照射するバックライトとを備えている。なお、前記バックライトは、エレクトロルミネセンス光源を用いることができる。

【0026】本発明の第1の特徴によれば、液晶駆動セルとバックライトとの間に設けられた偏光素子が第1乃至第3の円偏光分離層を備え、第1の円偏光分離層において、外光に含まれる所定の波長領域の光を反射する一方で、第2の円偏光分離層において、無偏光状態のバックライト光を一方の旋光方向の円偏光として透過するとともに、第3の円偏光分離層において、当該一方の旋光方向の円偏光を、第1の円偏光分離層が反射する所定の波長領域以外の波長領域において選択的に反射している。ここで、外光に関しては、第1の円偏光分離層の背面側および観察側にそれぞれ、光学軸が互いに直交するように配置された吸収型の第1の直線偏光層および吸収

型の第2の直線偏光層を設けているので、外光の余分な波長領域の光の出射が抑制され、所望の色の光のみを効率的に取り出すことができる。一方、バックライト光に関しては、第2の円偏光分離層において、光のリサイクル効果により、無偏光状態のバックライト光がほぼ100%の強度の円偏光として透過する。また、第1の1/4波長位相差層により、第2の円偏光分離層および第3の円偏光分離層から出射した光を、吸収型の第1の直線偏光層の光学軸と一致する振幅方向を持つ直線偏光に変換し、バックライト光をロスなく観察側へ送ることができる。このため、このような偏光素子によれば、外光およびバックライト光から効率的にある特定の偏光状態の特定の波長領域の光を取り出すことができる。また、このような偏光素子を備えた液晶表示装置は、吸収型のカラーフィルタを用いることなく、外光およびバックライト光の両方を効率的に利用して画像等の表示を行うことができ、光の利用効率の高い表示ディスプレイを得ることができる。

【0027】なお、本発明の第1の特徴によれば、第1の円偏光分離層の背面側および観察側にそれぞれ第2および第3の1/4波長位相差層を設けることにより、これらの第2および第3の1/4波長位相差層の光学軸の角度を変えるだけで、外光およびバックライト光の利用効率を任意に設定することができる。このため、このような偏光素子を備えた液晶表示装置は、それが使用される環境に応じて外光およびバックライト光の両方を最も効率的に利用して画像等の表示を行うことができ、光の利用効率の高い表示ディスプレイを得ることができる。また、表示ディスプレイの面内で光の利用効率を分割して制御することも可能であり、この場合には、特定部分での光の映り込み等による視認性の低下を効果的に防ぐことができる。特に、第2および第3の1/4波長位相差層をその光学軸が互いに直交するように配置することにより、外光の余分な波長領域の光の出射が抑制され、所望の色の光のみを効率的に取り出すことができる。

【0028】また、本発明の第1の特徴によれば、第2および第3の1/4波長位相差層を、印加電圧に応じて光学軸が変化する位相差層とすることにより、電気的な制御により、ユーザー自身が外光およびバックライト光の利用効率を任意に設定することができる。

【0029】さらに、本発明の第1の特徴によれば、第1乃至第3の1/4波長位相差層として、広帯域の1/4波長位相差層を用いることにより、良好な色純度、コントラストおよび光の利用効率を得ることができる。

【0030】さらに、本発明の第1の特徴によれば、第2の円偏光分離層において、400~750nmの波長領域の光を選択的に反射することにより、表示ディスプレイに好適に用いることができる。また、第1の円偏光分離層において、液晶駆動セルの各画素に対応して層面内で区分された複数の区分領域において、異なる波長領

域の光（赤色、緑色または青色の波長領域の光）を選択的に反射し、また、第3の円偏光分離層において、第1の円偏光分離層の区分領域に対応する各区分領域において、可視光領域のうち第1の円偏光分離層の各区分領域が反射する波長領域以外の波長領域の光（青色および緑色の波長領域の光、緑色および赤色の波長領域の光、または青色および赤色の波長領域の光）を選択的に反射することにより、液晶表示装置のようなカラーの表示ディスプレイに好適に用いることができる。

【0031】さらに、本発明の第1の特徴によれば、第1乃至第3の円偏光分離層としてコレステリック液晶層を用いることにより、薄層でも反射光の波長領域の制御が可能となり、薄型の偏光素子および液晶表示装置を得ることができる。

【0032】さらに、本発明の第1の特徴によれば、第3の円偏光分離層として、第2の円偏光分離層が選択的に反射する一方の円偏光成分と同一の旋光方向の円偏光成分を選択的に反射するコレステリック液晶層と、このコレステリック液晶層を挟持する一対の1/2波長位相差層とからなるものを用いることにより、第2および第3の円偏光分離層を同一のコレステリック液晶層から構成することができ、屈折率や硬度、耐熱性、耐溶剤性等の物性が統一されることにより、素子の設計が容易になり、また、信頼性も向上する。

【0033】本発明の第2の特徴によれば、外光に関しては、第1の円偏光分離層の背面側および観察側にそれぞれ、光学軸が互いに直交するように配置された吸収型の第1の直線偏光層および吸収型の第2の直線偏光層を設けているので、画素ごとに外光の余分な波長領域の光の射出が抑制され、当該画素に応じた所望の色の光のみを効率的に取り出すことができる。一方、バックライト光に関しては、バックライトのエレクトロルミネセンス光源から照射される特定の波長領域の光を、吸収型の第1の直線偏光層を介して観察側へ送ることができる。このため、このような偏光素子によれば、外光およびバックライト光から効率的にある特定の偏光状態の特定の波長領域の光を取り出すことができる。また、このような偏光素子を備えた液晶表示装置は、吸収型のカラーフィルタを用いることなく、外光およびバックライト光の両方を効率的に利用して画像等の表示を行うことができ、光の利用効率の高い表示ディスプレイを得ることができる。

【0034】また、第1の円偏光分離層の背面側および観察側にそれぞれ第2および第3の1/4波長位相差層を設けるようにしているので、これらの第2および第3の1/4波長位相差層の光学軸の角度を変えるだけで、外光およびバックライト光の利用効率を任意に設定することができる。このため、このような偏光素子を備えた液晶表示装置は、それが使用される環境に応じて外光およびバックライト光の両方を最も効率的に利用して画像

等の表示を行うことができ、光の利用効率の高い表示ディスプレイを得ることができる。また、表示ディスプレイの面で光の利用効率を分割して制御することも可能であり、この場合には、特定部分での光の映り込み等による視認性の低下を効果的に防ぐことができる。

【0035】さらに、第2および第3の1/4波長位相差層をその光学軸が互いに直交するように配置しているので、外光の余分な波長領域の光の射出が抑制され、当該画素に応じた所望の色の光のみを効率的に取り出すことができる。

【0036】なお、本発明の第2の特徴によれば、第2および第3の1/4波長位相差層を、印加電圧に応じて光学軸が変化する位相差層とすることにより、電気的な制御により、ユーザー自身が外光およびバックライト光の利用効率を任意に設定することができる。

【0037】また、本発明の第2の特徴によれば、第1乃至第3の1/4波長位相差層として、広帯域の1/4波長位相差層を用いることにより、良好な色純度、コントラストおよび光の利用効率を得ることができる。

【0038】さらに、本発明の第2の特徴によれば、前記第1の直線偏光層の背面側に設けられ、前記第1の円偏光分離層が選択的に反射する前記一方の円偏光成分と同一の旋光方向の円偏光成分を、少なくとも前記第1の円偏光分離層が反射する前記所定の波長領域において選択的に反射する第2の円偏光分離層と、前記第1の直線偏光層と前記第2の円偏光分離層との間に設けられた第1の1/4波長位相差層とをさらに設けることにより、外光およびバックライト光の両方をより効率的に利用して画像等の表示を行うことができ、光の利用効率の高い表示ディスプレイを得ることができる。

【0039】さらに、本発明の第2の特徴によれば、第1の円偏光分離層において、液晶駆動セルの各画素に対応して層面内で区分された複数の区分領域において、異なる波長領域の光（赤色、緑色または青色の波長領域の光）を選択的に反射することにより、液晶表示装置のようなカラーの表示ディスプレイに好適に用いることができる。

【0040】さらに、本発明の第2の特徴によれば、第1および第2の円偏光分離層としてコレステリック液晶層を用いることにより、薄層でも反射光の波長領域の制御が可能となり、薄型の偏光素子および液晶表示装置を得ることができる。

【0041】光学系の定義

なお、本明細書中においては、特に断らない限り、光学系を次のように定義する。

【0042】(I) 光学軸

直線偏光層では、直線偏光の透過軸（直線偏光の電場ベクトルの振動方向（振動方向））を意味し、1/4波長位相差層では、Nx方向（ただし、Nx>Ny=Nz）を意味する。

【0043】(2) 座標系

観察側から見て右回りを正方向とする。

【0044】(3) 円偏光の旋光方向

観察側に向かってくる光の電場ベクトルの回転方向が右巻きするとき、右円偏光とする。

【0045】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

【0046】第1の実施の形態

まず、図1および図2により、本発明の第1の実施の形態について説明する。なお、本発明の第1の実施の形態に係る偏光素子は、白色光を照射するバックライトを備えた透過反射型の液晶表示装置等で好適に用いられるものである。

【0047】図1に示すように、本発明の第1の実施の形態に係る液晶表示装置20Aは、液晶駆動セル21と、液晶駆動セル21の観察側に設けられた吸収型の観察側直線偏光層22と、液晶駆動セル21の背面側に設けられ、液晶駆動セル21に対して赤色、緑色および青色の各色の光を含む無偏光状態の白色光を照射するバックライト23とを備えている。なお、バックライト23としては、白色光を照射する線状光源と導光板とからなる面光源を用いることができる他、白色光を照射するLED素子やエレクトロルミネセンス素子等からなる面光源を用いることができる。なお、バックライト23の背面側には、適宜、拡散反射板が設けられる。

【0048】また、液晶駆動セル21とバックライト23との間には偏光素子10Aが設けられており、観察側から入射する外光のうち特定の波長領域の光を所定の割合で反射するとともに、背面側に設けられたバックライト23からの光（バックライト光）を所定の割合で透過することができるようになっている。

【0049】ここで、偏光素子10Aは、右円偏光成分または左円偏光成分のいずれか一方の円偏光成分（例えば右円偏光成分）を、可視光領域に含まれる所定の波長領域（例えば、緑色の波長領域）においてほぼ100%選択的に反射する第1の円偏光分離層13と、第1の円偏光分離層13の背面側に設けられた吸収型の第1の直線偏光層11と、第1の円偏光分離層13の観察側に設けられ、第1の直線偏光層11と光学軸が直交するように配置された吸収型の第2の直線偏光層12とを有している。

【0050】また、偏光素子10Aは、第1の直線偏光層11の背面側に設けられ、第1の円偏光分離層13が選択的に反射する一方の円偏光成分と同一の旋光方向の円偏光成分（例えば右円偏光成分）を、第1の円偏光分離層13が反射する所定の波長領域を含む可視光領域（例えば400～750nm）においてほぼ100%選択的に反射する第2の円偏光分離層14と、第1の直線偏光層11と第2の円偏光分離層14との間に設けら

れ、第2の円偏光分離層14が選択的に反射する一方の円偏光成分と異なる旋光方向の円偏光成分（例えば左円偏光成分）を、可視光領域のうち第1の円偏光分離層13が反射する所定の波長領域以外の波長領域（例えば青色および赤色の波長領域）においてほぼ100%選択的に反射する第3の円偏光分離層15と、第1の直線偏光層11と第3の円偏光分離層15との間に設けられた第1の1/4波長位相差層16と有している。なお、第1の直線偏光層11は、その光学軸が、第2の円偏光分離層14および第1の1/4波長位相差層16を通過することにより形成された直線偏光の振幅方向と一致するように配置されている。

【0051】なお、第1の円偏光分離層13は、液晶駆動セル21の各画素に対応して層面内で区分された複数の区分領域を有し、当該各区分領域において、異なる波長領域の光（例えば、赤色、緑色または青色の波長領域の光）を選択的に反射するようにすることが好ましい。また、第3の円偏光分離層15は、第1の円偏光分離層13の区分領域に対応する複数の区分領域を有し、当該各区分領域において、可視光領域のうち第1の円偏光分離層13の各区分領域が反射する波長領域以外の、少なくとも2種類以上の異なる波長領域の光（青色および緑色の波長領域の光、緑色および赤色の波長領域の光、または青色および赤色の波長領域の光）を選択的に反射するようにすることが好ましい。なお、第1乃至第3の円偏光分離層13～15は、コレステリック液晶層からなることが好ましい。

【0052】なお、液晶駆動セル21は、印加電圧に応じて光の偏光状態を変化させることにより明暗制御を行うものであり、その液晶モードとしては、TN（ツイステッドネマチック）モードの他、STN（スーパーツイステッドネマチック）モード、VA（垂直配向）モードおよびTFD（Thin Film Diode）モード等の任意の液晶モードを用いることができる。なお、例えば、ツイステッドネマチック（TN）モードであれば、観察側直線偏光層22の光学軸と偏光素子10Aの第2の直線偏光層12の光学軸とが互いに直交するように配置し、液晶駆動セル21で直線偏光を90°回転させる制御を行うようにするとよい。

【0053】次に、図2により、図1に示す液晶表示装置20Aの動作状態について、構成要素である各層の光学軸や旋光選択特性を図示のように設定した場合を例に挙げて説明する。なおここでは、緑色の画素に対応する部分での光の挙動のみを説明するが、他の赤色および青色の画素に対応する部分での光の挙動は、反射および透過される光の波長領域が異なる点を除いて、他は図2に示すものと同一であるので、ここでは詳細な説明は省略する。

【0054】ここで、図2(a)(b)(c)(d)は、液晶駆動セル21により光の偏光状態を変化させ、緑色の画素に対

応する部分を明表示とした場合を示すものである。このうち、図 2 (a) (b) はそれぞれ、緑色の波長領域以外の波長領域（青色および赤色の波長領域）の外光およびバックライト光の光路を、光の偏光状態および利用効率とともに示すものであり、図 2 (c) (d) はそれぞれ、緑色の波長領域の外光およびバックライト光の光路を、光の偏光*

表 1：構成要素の表記

Po	吸収型の直線偏光層
1/4	1/4 波長位相差層
緑R	緑色の右円偏光を反射するコレステリック液晶層
青赤L	青赤色の左円偏光を反射するコレステリック液晶層
白R	可視光域（青赤緑色）の右円偏光を反射するコレステリック液晶層
BL	バックライト

【0056】また、図 2 (a) (b) (c) (d) においては、光の偏光状態および光路が次表 2 の表記に従って示されてい※

表 2：光の偏光状態等の表記

	無偏光
	Po(-45)を100%透過できる直線偏光(電場ベクトルの振幅方向が-45°)
	Po(45)を100%透過できる直線偏光(電場ベクトルの振幅方向が45°)
	直線偏光(電場ベクトルの振幅方向が0°)
	直線偏光(電場ベクトルの振幅方向が90°)
R	右円偏光
L	左円偏光
	コレステリック液晶層によるリサイクル効果
---->	詳細を省略した光路

【0057】さらに、光の光路の近傍に付された数字は、光の利用効率を表している。なお、外光の場合には、例えば緑色の画素に対応する部分では、白色の外光のうち緑色光以外は吸収される。このため、外光の強度は、赤色光、緑色光および青色光で三等分され、それぞれ33.3%となる。これに対し、バックライト光の場合には、例えば緑色の画素に対応する部分では、周辺部で反射されリサイクルされる緑色光も利用することができ、一方、緑色の画素に対応する部分で反射される赤色光および青色光は周辺部の別の色の画素に対応する部分で利用される。このため、バックライト光の強度は、赤色光、緑色光および青色光のそれぞれが100%となる。なお、光のリサイクル効果により得られる強度は括弧付きで表す。

【0058】なお、以上のような表記方法は、図 2 以外にも、図 4 乃至図 6、図 8 および図 10 においても共通に用いられる。

【0059】まず、図 2 (a) (b) により、外光およびバックライト光のうち緑色光以外の光（青色光および赤色光（以下「青赤色光」ともいう。））の挙動について説明する。

*状態および利用効率とともに示すものである。

【0055】なお、図 2 (a) (b) (c) (d) においては、各構成要素に付された記号の意味は次表 1 のとおりである。ここで、記号の後の括弧内の数字はそれぞれの光学軸の角度を意味する。

【表 1】

【0060】図 2 (a) に示すように、外光に含まれる青赤色光は、光学軸の角度が -45° である吸収型の観察側直線偏光層 2 2 に無偏光状態で入射する。観察側直線偏光層 2 2 は、無偏光状態の青赤色光のうち電場ベクトルの振幅方向が -45° の直線偏光のみを透過する。このような直線偏光は、液晶駆動セル 2 1 を透過することにより、電場ベクトルの振幅方向が 45° の直線偏光に変換され、光学軸の角度が 45° である吸収型の第 2 の直線偏光層 1 2 を100%透過する。ここで、この直線偏光は、青赤色光であることから、緑色の右円偏光を反射する第 1 の円偏光分離層 1 3 を透過し、吸収型の第 1 の直線偏光層 1 1 に到達する。しかし、この第 1 の直線偏光層 1 1 は第 2 の直線偏光層 1 2 と光学軸が直交するように配置され、その光学軸の角度が -45° であるため、この第 1 の直線偏光層 1 1 において、外光に含まれる青赤色光は完全に吸収される。

【0061】一方、図 2 (b) に示すように、バックライト光に含まれる青赤色光は、白色の右円偏光を反射する第 2 の円偏光分離層 1 4 に無偏光状態で入射する。第 2 の円偏光分離層 1 4 は、無偏光状態の青赤色光のうち左円偏光成分のみを透過する。ここで、第 2 の円偏光分離

層 14 で反射された右円偏光成分はバックライト 23 に戻されてリサイクルされるため、結果として、第 2 の円偏光分離層 14 の観察側からは、左円偏光状態の青赤色光が 100% の強度で出射する。このような左円偏光状態の青赤色光は第 3 の円偏光分離層 15 に到達する。しかし、この第 3 の円偏光分離層 15 は青赤色の左円偏光を反射するため、この第 3 の円偏光分離層 15 の観察側から、バックライト光に含まれる青赤色光が出射することはない。

【0062】次に、図 2 (c) (d) により、外光およびバックライト光のうち緑色光の挙動について説明する。

【0063】図 2 (c) に示すように、外光に含まれる緑色光は、光学軸の角度が -45° である吸収型の観察側直線偏光層 22 に無偏光状態で入射する。観察側直線偏光層 22 は、無偏光状態の緑色光のうち電場ベクトルの振幅方向が -45° の直線偏光のみを透過する。このような直線偏光は、液晶駆動セル 21 を透過することにより、電場ベクトルの振幅方向が 45° の直線偏光に変換され、光学軸の角度が 45° である吸収型の第 2 の直線偏光層 12 を 100% 透過し、第 1 の円偏光分離層 13 に到達する。ここで、この直線偏光は、緑色光であることから、緑色の右円偏光を反射する第 1 の円偏光分離層 13 において、その右円偏光成分が反射され、左円偏光成分は透過される。このうち、第 1 の円偏光分離層 13 で反射された緑色の右円偏光は、図示するような光路および偏光状態で、第 2 の直線偏光層 12、液晶駆動セル 21 および観察側直線偏光層 22 を順次透過し、観察側から出射する。一方、第 1 の円偏光分離層 13 を透過した緑色の左円偏光は、吸収型の第 1 の直線偏光層 11 に到達する。ここで、この第 1 の直線偏光層 11 は第 2 の直線偏光層 12 と光学軸が直交するように配置され、その光学軸の角度が -45° であるため、この第 1 の直線偏光層 11 において、緑色光の半分が吸収され、残りの半分が電場ベクトルの振幅方向が -45° の直線偏光に変換される。その後、この直線偏光は、光学軸の角度が 0° の第 1 の $1/4$ 波長位相差層 16 を透過することにより、左円偏光に変換され、青赤色の左円偏光を反射する第 3 の円偏光分離層 15、および白色の右円偏光を反射する第 2 の円偏光分離層 14 を順次 100% 透過し、緑色の左円偏光としてバックライト 23 に戻される。この緑色の左円偏光は、バックライト 23 において反射され、図示するような光路および偏光状態で、第 2 の円偏光分離層 14、第 3 の円偏光分離層 15、第 1 の $1/4$ 波長位相差層 16 および第 1 の直線偏光層 11 を順次透過した後、第 1 の円偏光分離層 13 を経て緑色の左円偏光のみが透過され、第 2 の直線偏光層 12、液晶駆動セル 21 および観察側直線偏光層 22 を順次透過し、観察側から出射する。なお、このようにして観察側から出射する過程で、第 1 の円偏光分離層 13 において、緑色の右円偏光が再度バックライト 23 側に戻されることとな

るが、このようにして戻された光についても、最終的に、図示するような光路および偏光状態を経て、観察側から出射する。

【0064】これにより、図 2 (c) に示すように、外光に含まれる緑色光は、全体の約 6% の割合で観察側から出射する。

【0065】一方、図 2 (d) に示すように、バックライト光に含まれる緑色光は、白色の右円偏光を反射する第 2 の円偏光分離層 14 に無偏光状態で入射する。第 2 の円偏光分離層 14 は、無偏光状態の緑色光のうち左円偏光成分のみを透過する。ここで、第 2 の円偏光分離層 14 で反射された右円偏光成分はバックライト 23 に戻されてリサイクルされるため、図 2 (b) に示す場合と同様に、第 2 の円偏光分離層 14 の観察側からは、左円偏光状態の緑色光が理想的には 100% の強度で出射する。また、このような左円偏光状態の緑色光は、青赤色の左円偏光を反射する第 3 の円偏光分離層 15 を透過する。なおこのとき、第 3 の円偏光分離層 15 の例えば緑色の画素に対応する部分では、左円偏光状態の緑色光以外にも左円偏光状態の青色光および赤色光も当然に含まれているが、液晶表示装置のような表示ディスプレイの場合には、赤色、緑色および青色の各画素が微細パターンで形成されて互いに近接しているので、これらの緑色の画素に対応する部分で反射される青色光および赤色光はバックライト 23 に戻されてリサイクルされ、周辺部の別の色の画素に対応する部分で利用される。同様に、周辺部の青色および赤色の画素に対応する部分で反射される緑色光は、当該緑色の画素に対応する部分で利用される。このため、第 2 および第 3 の円偏光分離層 14、15 の観察側からは、左円偏光状態の緑色光が理想的には 100% の強度で出射する。

【0066】その後、第 3 の円偏光分離層 15 を透過した緑色の左円偏光は、光学軸の角度が 0° の第 1 の $1/4$ 波長位相差層 16 を透過することにより、電場ベクトルの振幅方向が -45° の直線偏光に変換され、光学軸の角度が -45° である吸収型の第 1 の直線偏光層 11 を 100% 透過し、第 1 の円偏光分離層 13 に到達する。ここで、この直線偏光は、緑色光であることから、緑色の右円偏光を反射する第 1 の円偏光分離層 13 において、その右円偏光成分が反射され、左円偏光成分は透過される。このうち、第 1 の円偏光分離層 13 を透過した緑色の左円偏光は、吸収型の第 2 の直線偏光層 12 に到達する。ここで、この第 2 の直線偏光層 12 は第 2 の直線偏光層 11 と光学軸が直交するように配置され、その光学軸の角度が 45° であるため、この第 2 の直線偏光層 12 において、緑色光の半分が吸収され、残りの半分が電場ベクトルの振幅方向が 45° の直線偏光に変換される。その後、このような直線偏光は、液晶駆動セル 21 を透過することにより、電場ベクトルの振幅方向が -45° の直線偏光に変換され、光学軸の角度が -45°

°である吸収型の第2の直線偏光層12を100%透過し、観察側から出射する。一方、第1の円偏光分離層13で反射された緑色の右円偏光は、再度バックライト23側に戻され、その一部が、図示するような光路および偏光状態を経て、観察側から出射する。

【0067】これにより、図2(d)に示すように、バックライト光に含まれる緑色光は、全体の約33%の割合で観察側から出射する。

【0068】以上をまとめると、図2(a)(b)(c)(d)に示すように、緑色の画素に対応する部分においては、外光およびバックライト光のうち緑色光以外の光（青赤色光）が漏れ出ることではなく、外光に含まれる緑色光が全体の約6%の割合で観察側から出射し、バックライト光に含まれる緑色光が全体の約33%の割合で観察側から出射する。なお、この割合は、他の赤色の画素および青色の画素に対応する部分でも同一である。

【0069】このように本発明の第1の実施の形態によれば、液晶駆動セル21とバックライト23との間に設けられた偏光素子10Aが第1乃至第3の円偏光分離層13~15を備え、第1の円偏光分離層13において、外光に含まれる所定の波長領域の光を画素ごとに反射する一方で、第2の円偏光分離層14において、無偏光状態のバックライト光を右円偏光として透過するとともに、第3の円偏光分離層15において、当該右円偏光を、第1の円偏光分離層13が反射する所定の波長領域以外の波長領域において画素ごとに選択的に反射している。ここで、外光に関しては、第1の円偏光分離層13の背面側および観察側にそれぞれ、光学軸が互いに直交するように配置された吸収型の第1および第2の直線偏光層11, 12を設けているので、画素ごとに外光の余分な波長領域の光（例えば、緑色の画素に対応する部分では青色光および赤色光）の出射が抑制され、当該画素に応じた所望の色の光のみを効率的に取り出すことができる。一方、バックライト光に関しては、第2の円偏光分離層14において、無偏光状態のバックライト光が画素ごとにほぼ100%の強度の左円偏光として透過するとともに、第3の円偏光分離層15においても、上述したような光のリサイクル効果により、ほぼ100%の強度の左円偏光として透過する。また、第1の1/4波長位相差層16により、第2および第3の円偏光分離層14, 15から出射した光を、吸収型の第1の直線偏光層11の光学軸と一致する振幅方向を持つ直線偏光に変換し、バックライト光をロスなく観察側へ送ることができる。このため、このような偏光素子10Aによれば、外光およびバックライト光から効率的にある特定の偏光状態の特定の波長領域の光を取り出すことができる。また、このような偏光素子10Aを備えた液晶表示装置20Aは、吸収型のカラーフィルタを用いることなく、外光およびバックライト光の両方を効率的に利用して画像等の表示を行うことができ、光の利用効率の高い表示デ

ィスプレイを得ることができる。

【0070】また、本発明の第1の実施の形態によれば、第2の円偏光分離層14において、400~750nmの波長領域の光を選択的に反射するようにしているので、表示ディスプレイに好適に用いることができる。また、第1の円偏光分離層13において、液晶駆動セル21の各画素に対応して層面内で区分された複数の区分領域において、異なる波長領域の光（赤色、緑色または青色の光）を選択的に反射し、また、第3の円偏光分離層15において、第1の円偏光分離層13の区分領域に対応する各区分領域において、可視光領域のうち第1の円偏光分離層13の各区分領域が反射する波長領域以外の波長領域の光（青色および緑色の波長領域の光、緑色および赤色の波長領域の光、または青色および赤色の波長領域の光）を選択的に反射するようにしているので、液晶表示装置のようなカラーの表示ディスプレイに好適に用いることができる。

【0071】さらに、本発明の第1の実施の形態によれば、第1乃至第3の円偏光分離層13~15としてコレステリック液晶層を用いているので、薄層でも反射光の波長領域の制御が可能となり、薄型の偏光素子および液晶表示装置を得ることができる。

【0072】なお、上述した第1の実施の形態において、第3の円偏光分離層15としては、第2の円偏光分離層14が選択的に反射する一方の円偏光成分と同一の旋光方向の円偏光成分を選択的に反射するコレステリック液晶層と、このコレステリック液晶層を挟持する一対の1/2波長位相差層とからなるものを用いるようにしてもよい。これにより、第2および第3の円偏光分離層14, 15を同一のコレステリック液晶層から構成することができ、屈折率や硬度、耐熱性、耐溶剤性等の物性が統一されることにより、素子の設計が容易になり、また、信頼性も向上する。

【0073】また、上述した第1の実施の形態において、第1の1/4波長位相差層16としては、広帯域の1/4波長位相差層を用いるようにしてもよい。なお、このような広帯域の1/4波長位相差層としては、単独で当該機能を実現するもの他、1/4波長位相差層および1/2波長位相差層を組み合わせたものを用いることができる。なお、後者の場合には、直線偏光が入射する側に1/2波長位相差層を配置するようにする。これにより、良好な色純度、コントラストおよび光の利用効率を得ることができる。

【0074】第2の実施の形態

次に、図3乃至図6により、本発明の第2の実施の形態について説明する。なお、本発明の第2の実施の形態は、偏光素子の第1の円偏光分離層の背面側および観察側にそれぞれ第2および第3の1/4波長位相差層を設けた点を除いて、他は図1および図2に示す第1の実施の形態とほぼ同一である。本発明の第2の実施の形態に

において、図1および図2に示す第1の実施の形態と同一部分には同一符号を付して詳細な説明は省略する。

【0075】図3に示すように、本発明の第2の実施の形態に係る液晶表示装置20Bにおいては、液晶駆動セル21とバックライト23との間に偏光素子10Bが設けられている。

【0076】ここで、偏光素子10Bは、図1に示す偏光素子10Aの構成に加えて、第1の円偏光分離層13と第1の直線偏光層11との間に設けられた第2の1/4波長位相差層17と、第1の円偏光分離層13と第2の直線偏光層12との間に設けられ、第2の1/4波長位相差層17と光学軸が直交するように配置された第3の1/4波長位相差層18とをさらに有している。

【0077】ここで、第2の1/4波長位相差層17の光学軸の角度 θ は、第1の1/4波長位相差層16の光学軸を基準として、例えば $0^\circ \sim 180^\circ$ の範囲で任意に設定することができ、これにより、外光およびバックライト光の利用効率を変えることができる。なおこのとき、第3の1/4波長位相差層18の光学軸の角度は、第2の1/4波長位相差層17の光学軸と直交する角度に設定される。

【0078】なお、第2および第3の1/4波長位相差層17、18としては、印加電圧に応じて光学軸が変化する位相差層を用いることができ、具体的には例えば、ネマチック液晶やスメクチック液晶等で位相差を付与する駆動セルを用いることができる。また、第2および第3の1/4波長位相差層17、18自体を、光の進行方向に直交する平面内で回転できるように配設し、外部からの機械的な操作により、第2および第3の1/4波長位相差層17、18の光学軸の角度 θ を変化させるようにしてもよい。

【0079】次に、図4、図5および図6により、図3に示す液晶表示装置20Bの動作状態について、第2の1/4波長位相差層17の光学軸の角度 θ を 0° 、 45° および 90° のいずれかに設定し、また構成要素である他の各層の光学軸や旋光選択特性を図示のように設定した場合を例に挙げて説明する。なおここでは、上述した第1の実施の形態の場合と同様に、緑色の画素に対応する部分での光の挙動のみを説明するが、他の赤色および青色の画素に対応する部分での光の挙動は、反射および透過される光の波長領域が異なる点を除いて、他は図4、図5および図6に示すものと同一であるので、ここでは詳細な説明は省略する。なお、図4、図5および図6の表記方法は、図2に示すものと同一である。

【0080】まず、図4(a)(b)(c)(d)により、図3に示す液晶表示装置20Bの第1の動作状態として、第2の1/4波長位相差層17の光学軸の角度 θ を 0° としたときの動作状態について説明する。

【0081】まず、図4(a)(b)により、外光およびバックライト光のうち緑色光以外の青赤色光の挙動について

説明する。

【0082】図4(a)に示すように、外光に含まれる青赤色光は、光学軸の角度が -45° である吸収型の観察側直線偏光層22に無偏光状態で入射する。観察側直線偏光層22は、無偏光状態の青赤色光のうち電場ベクトルの振幅方向が -45° の直線偏光のみを透過する。このような直線偏光は、液晶駆動セル21を透過することにより、電場ベクトルの振幅方向が 45° の直線偏光に変換され、光学軸の角度が 45° である吸収型の第2の直線偏光層12を100%透過する。次いで、この直線偏光は、光学軸の角度が 90° の第3の1/4波長位相差層18を透過することにより、左円偏光に変換され、緑色の右円偏光を反射する第1の円偏光分離層13を100%透過する。さらに、この青赤色の左円偏光は、光学軸の角度が 0° の第2の1/4波長位相差層17を透過することにより、電場ベクトルの振幅方向が 45° の直線偏光に変換され、吸収型の第1の直線偏光層11に到達する。しかし、この第1の直線偏光層11は第2の直線偏光層12と光学軸が直交するように配置され、その光学軸の角度が -45° であるため、この第1の直線偏光層11において、外光に含まれる青赤色光は完全に吸収される。

【0083】一方、図4(b)に示すように、バックライト光に含まれる青赤色光は、白色の右円偏光を反射する第2の円偏光分離層14に無偏光状態で入射する。第2の円偏光分離層14は、無偏光状態の青赤色光のうち左円偏光成分のみを透過する。ここで、第2の円偏光分離層14で反射された右円偏光成分はバックライト23に戻されてリサイクルされるため、上述した第1の実施の形態と同様に、第2の円偏光分離層14の観察側からは、左円偏光状態の青赤色光が100%の強度で出射する。このような左円偏光状態の青赤色光は第3の円偏光分離層15に到達する。しかし、この第3の円偏光分離層15は青赤色の左円偏光を反射するため、この第3の円偏光分離層15の観察側から、バックライト光に含まれる青赤色光が出射することはない。

【0084】次に、図4(c)(d)により、外光およびバックライト光のうち緑色光の挙動について説明する。

【0085】図4(c)に示すように、外光に含まれる緑色光は、光学軸の角度が -45° である吸収型の観察側直線偏光層22に無偏光状態で入射する。観察側直線偏光層22は、無偏光状態の緑色光のうち電場ベクトルの振幅方向が -45° の直線偏光のみを透過する。このような直線偏光は、液晶駆動セル21を透過することにより、電場ベクトルの振幅方向が 45° の直線偏光に変換され、光学軸の角度が 45° である吸収型の第2の直線偏光層12を100%透過する。次いで、この直線偏光は、光学軸の角度が 90° の第3の1/4波長位相差層18を透過することにより、左円偏光に変換され、緑色の右円偏光を反射する第1の円偏光分離層13を100

%透過する。さらに、この緑色の左円偏光は、光学軸の角度が 0° の第2の1/4波長位相差層17を透過することにより、電場ベクトルの振幅方向が 45° の直線偏光に変換され、吸収型の第1の直線偏光層11に到達する。しかし、この第1の直線偏光層11は第2の直線偏光層12と光学軸が直交するように配置され、その光学軸の角度が -45° であるため、この第1の直線偏光層11において、緑色光は完全に吸収される。

【0086】一方、図4(d)に示すように、バックライト光に含まれる緑色光は、白色の右円偏光を反射する第2の円偏光分離層14に無偏光状態で入射する。第2の円偏光分離層14は、無偏光状態の緑色光のうち左円偏光成分のみを透過する。ここで、第2の円偏光分離層14で反射された右円偏光成分はバックライト23に戻されてリサイクルされるため、上述した第1の実施の形態と同様に、第2の円偏光分離層14の観察側からは、左円偏光状態の緑色光が理想的には100%の強度で出射する。また、このような左円偏光状態の緑色光は、青赤色の左円偏光を反射する第3の円偏光分離層15を透過する。

【0087】その後、第3の円偏光分離層15を透過した緑色の左円偏光は、光学軸の角度が 0° の第1の1/4波長位相差層16を透過することにより、電場ベクトルの振幅方向が -45° の直線偏光に変換され、光学軸の角度が -45° である吸収型の第1の直線偏光層11を100%透過する。次いで、この直線偏光は、光学軸の角度が 0° の第2の1/4波長位相差層17を透過することにより、右円偏光に変換され、第1の円偏光分離層13に到達する。しかし、この第1の円偏光分離層13は、緑色の右円偏光を反射するため、この第1の円偏光分離層13の観察側から緑色光が出射することはない。

【0088】以上をまとめると、図4(a)(b)(c)(d)に示すように、第2の1/4波長位相差層17の光学軸の角度 θ を 0° としたときには、緑色の画素に対応する部分において、外光およびバックライト光のうち緑色光以外の光(青赤色光)だけでなく、緑色光自体も全く出射しない。なお、このような動作状態は、他の赤色の画素および青色の画素に対応する部分でも同一である。

【0089】次に、図5(a)(b)(c)(d)により、図3に示す液晶表示装置20Bの第2の動作状態として、第2の1/4波長位相差層17の光学軸の角度 θ を 45° としたときの動作状態について説明する。

【0090】まず、図5(a)により、外光およびバックライト光のうち緑色光以外の青赤色光の挙動について説明する。

【0091】図5(a)に示すように、外光に含まれる青赤色光は、光学軸の角度が -45° である吸収型の観察側直線偏光層22に無偏光状態で入射する。観察側直線偏光層22は、無偏光状態の青赤色光のうち電場ベクト

ルの振幅方向が -45° の直線偏光のみを透過する。このような直線偏光は、液晶駆動セル21を透過することにより、電場ベクトルの振幅方向が 45° の直線偏光に変換され、光学軸の角度が 45° である吸収型の第2の直線偏光層12を100%透過する。次いで、この直線偏光は、光学軸の角度が 135° の第3の1/4波長位相差層18を100%透過し、緑色の右円偏光を反射する第1の円偏光分離層13、および光学軸の角度が 45° の第2の1/4波長位相差層17をも100%透過し、吸収型の第1の直線偏光層11に到達する。しかし、この第1の直線偏光層11は第2の直線偏光層12と光学軸が直交するように配置され、その光学軸の角度が -45° であるため、この第1の直線偏光層11において、外光に含まれる青赤色光は完全に吸収される。

【0092】一方、図5(b)に示すように、バックライト光に含まれる青赤色光は、図4(b)に示す場合と同様の挙動をとり、第3の円偏光分離層15の観察側から青赤色光が出射することはない。

【0093】次に、図5(c)(d)により、外光およびバックライト光のうち緑色光の挙動について説明する。

【0094】図5(c)に示すように、外光に含まれる緑色光は、光学軸の角度が -45° である吸収型の観察側直線偏光層22に無偏光状態で入射する。観察側直線偏光層22は、無偏光状態の緑色光のうち電場ベクトルの振幅方向が -45° の直線偏光のみを透過する。このような直線偏光は、液晶駆動セル21を透過することにより、電場ベクトルの振幅方向が 45° の直線偏光に変換され、光学軸の角度が 45° である吸収型の第2の直線偏光層12を100%透過する。次いで、この直線偏光は、光学軸の角度が 135° の第3の1/4波長位相差層18を100%透過し、第1の円偏光分離層13に到達する。ここで、この直線偏光は、緑色光であることから、緑色の右円偏光を反射する第1の円偏光分離層13において、その右円偏光成分が反射され、左円偏光成分は透過される。このうち、第1の円偏光分離層13で反射された緑色の右円偏光は、図示するような光路および偏光状態で、第3の1/4波長位相差層18、第2の直線偏光層12、液晶駆動セル21および観察側直線偏光層22を順次透過し、観察側から出射する。一方、第1の円偏光分離層13を透過した緑色の左円偏光は、光学軸の角度が 45° の第2の1/4波長位相差層17を透過することにより、電場ベクトルの振幅方向が 90° の直線偏光に変換され、吸収型の第1の直線偏光層11に到達する。ここで、この第1の直線偏光層11は第2の直線偏光層12と光学軸が直交するように配置され、その光学軸の角度が -45° であるため、この第1の直線偏光層11において、緑色光の半分が吸収され、残りの半分が電場ベクトルの振幅方向が -45° の直線偏光に変換される。その後、この直線偏光は、光学軸の角度が 0° の第1の1/4波長位相差層16を透過することに

より、左円偏光に変換され、青赤色の左円偏光を反射する第3の円偏光分離層15、および白色の右円偏光を反射する第2の円偏光分離層14を順次100%透過し、緑色の左円偏光としてバックライト23に戻される。この緑色の左円偏光は、バックライト23において反射され、図示するような光路および偏光状態で、第2の円偏光分離層14、第3の円偏光分離層15、第1の1/4波長位相差層16、第1の直線偏光層11および第2の1/4波長位相差層17を順次透過した後、第1の円偏光分離層13を経て緑色の左円偏光のみが透過され、第2の直線偏光層12、液晶駆動セル21および観察側直線偏光層22を順次透過し、観察側から出射する。なお、このようにして観察側から出射する過程で、第1の円偏光分離層13において、緑色の右円偏光が再度バックライト23側に戻されることとなるが、このようにして戻された光についても、最終的に、図示するような光路および偏光状態を経て、観察側から出射する。

【0095】これにより、図5(c)に示すように、外光に含まれる緑色光は、全体の約6%の割合で観察側から出射する。

【0096】一方、図5(d)に示すように、バックライト光に含まれる緑色光は、白色の右円偏光を反射する第2の円偏光分離層14に無偏光状態で入射する。第2の円偏光分離層14は、無偏光状態の緑色光のうち左円偏光成分のみを透過する。ここで、第2の円偏光分離層14で反射された右円偏光成分はバックライト23に戻されてリサイクルされるため、上述した第1の実施の形態と同様に、第2の円偏光分離層14の観察側からは、左円偏光状態の緑色光が理想的には100%の強度で出射する。また、このような左円偏光状態の緑色光は、青赤色の左円偏光を反射する第3の円偏光分離層15を透過する。なおこのとき、第3の円偏光分離層15の例えば緑色の画素に対応する部分では、上述した第1の実施の形態と同様に、周辺部の青色および赤色の画素に対応する部分で反射された緑色光は、当該緑色の画素に対応する部分で利用され、第2および第3の円偏光分離層14、15の観察側からは、左円偏光状態の緑色光が理想的には100%の強度で出射する。

【0097】その後、第3の円偏光分離層15を透過した緑色の左円偏光は、光学軸の角度が0°の第1の1/4波長位相差層16を透過することにより、電場ベクトルの振幅方向が-45°の直線偏光に変換され、光学軸の角度が-45°である吸収型の第1の直線偏光層11を100%透過する。次いで、この直線偏光は、光学軸の角度が45°の第2の1/4波長位相差層17を透過し、第1の円偏光分離層13に到達する。ここで、この直線偏光は、緑色光であることから、緑色の右円偏光を反射する第1の円偏光分離層13において、その右円偏光成分が反射され、左円偏光成分は透過される。このうち、第1の円偏光分離層13を透過した緑色の左円偏光

は、光学軸の角度が135°の第3の1/4波長位相差層18を透過することにより、電場ベクトルの振幅方向が90°の直線偏光に変換され、吸収型の第2の直線偏光層12に到達する。ここで、この第2の直線偏光層12は第2の直線偏光層11と光学軸が直交するように配置され、その光学軸の角度が45°であるため、この第2の直線偏光層12において、緑色光の半分の吸収され、残りの半分の電場ベクトルの振幅方向が45°の直線偏光に変換される。その後、このような直線偏光は、液晶駆動セル21を透過することにより、電場ベクトルの振幅方向が-45°の直線偏光に変換され、光学軸の角度が-45°である吸収型の第2の直線偏光層12を100%透過し、観察側から出射する。一方、第1の円偏光分離層13で反射された緑色の右円偏光は、再度バックライト23側に戻され、その一部が、図示するような光路および偏光状態を経て、観察側から出射する。

【0098】これにより、図5(d)に示すように、バックライト光に含まれる緑色光は、全体の約33%の割合で観察側から出射する。

【0099】以上をまとめると、図5(a)(b)(c)(d)に示すように、第2の1/4波長位相差層17の光学軸の角度 θ を45°としたときには、緑色の画素に対応する部分においては、外光およびバックライト光のうち緑色光以外の光(青赤色光)が漏れ出ることなく、外光に含まれる緑色光が全体の約6%の割合で観察側から出射し、バックライト光に含まれる緑色光が全体の約33%の割合で観察側から出射する。なお、この割合は、他の赤色の画素および青色の画素に対応する部分でも同一である。

【0100】次に、図6(a)(b)(c)(d)により、図3に示す液晶表示装置20Bの第3の動作状態として、第2の1/4波長位相差層17の光学軸の角度 θ を90°としたときの動作状態について説明する。

【0101】まず、図6(a)(b)により、外光およびバックライト光のうち緑色光以外の青赤色光の挙動について説明する。

【0102】図6(a)に示すように、外光に含まれる青赤色光は、光学軸の角度が-45°である吸収型の観察側直線偏光層22に無偏光状態で入射する。観察側直線偏光層22は、無偏光状態の青赤色光のうち電場ベクトルの振幅方向が-45°の直線偏光のみを透過する。このような直線偏光は、液晶駆動セル21を透過することにより、電場ベクトルの振幅方向が45°の直線偏光に変換され、光学軸の角度が45°である吸収型の第2の直線偏光層12を100%透過する。次いで、この直線偏光は、光学軸の角度が180°の第3の1/4波長位相差層18を透過することにより、右円偏光に変換され、緑色の右円偏光を反射する第1の円偏光分離層13を100%透過する。さらに、この青赤色の左円偏光

17を透過することにより、電場ベクトルの振幅方向が 45° の直線偏光に変換され、吸収型の第1の直線偏光層11に到達する。しかし、この第1の直線偏光層11は第2の直線偏光層12と光学軸が直交するように配置され、その光学軸の角度が -45° であるため、この第1の直線偏光層11において、青赤色光は完全に吸収される。

【0103】一方、図6(b)に示すように、バックライト光に含まれる青赤色光は、図4(b)に示す場合と同様の挙動をとり、第3の円偏光分離層15の観察側から青赤色光が射出することはない。

【0104】次に、図6(c)(d)により、外光およびバックライト光のうち緑色光の挙動について説明する。

【0105】図6(c)に示すように、外光に含まれる緑色光は、光学軸の角度が -45° である吸収型の観察側直線偏光層22に無偏光状態で入射する。観察側直線偏光層22は、無偏光状態の緑色光のうち電場ベクトルの振幅方向が -45° の直線偏光のみを透過する。このような直線偏光は、液晶駆動セル21を透過することにより、電場ベクトルの振幅方向が 45° の直線偏光に変換され、光学軸の角度が 45° である吸収型の第2の直線偏光層12を100%透過する。次いで、この直線偏光は、光学軸の角度が 180° の第3の $1/4$ 波長位相差層18を透過することにより、右円偏光に変換され、緑色の右円偏光を反射する第1の円偏光分離層13で100%反射される。その後、第1の円偏光分離層13で反射された緑色の右円偏光は、図示するような光路および偏光状態で、第3の $1/4$ 波長位相差層18、第2の直線偏光層12、液晶駆動セル21および観察側直線偏光層22を順次透過し、観察側から射出する。

【0106】これにより、図6(c)に示すように、外光に含まれる緑色光は、全体の約17%の割合で観察側から射出する。

【0107】一方、図6(d)に示すように、バックライト光に含まれる緑色光は、白色の右円偏光を反射する第2の円偏光分離層14に無偏光状態で入射する。第2の円偏光分離層14は、無偏光状態の緑色光のうち左円偏光成分のみを透過する。ここで、第2の円偏光分離層14で反射された右円偏光成分はバックライト23に戻されてリサイクルされるため、上述した第1の実施の形態と同様に、第2の円偏光分離層14の観察側からは、左円偏光状態の緑色光が理想的には100%の強度で射出する。また、このような左円偏光状態の緑色光は、青赤色の左円偏光を反射する第3の円偏光分離層15を透過する。なおこのとき、第3の円偏光分離層15の例えば緑色の画素に対応する部分では、上述した第1の実施の形態と同様に、周辺部の青色および赤色の画素に対応する部分で反射された緑色光は、当該緑色の画素に対応する部分で利用され、第2および第3の円偏光分離層14、15の観察側からは、左円偏光状態の緑色光が理想

的には100%の強度で射出する。

【0108】その後、第3の円偏光分離層15を透過した緑色の左円偏光は、光学軸の角度が 0° の第1の $1/4$ 波長位相差層16を透過することにより、電場ベクトルの振幅方向が -45° の直線偏光に変換され、光学軸の角度が -45° である吸収型の第1の直線偏光層11を100%透過する。次いで、この直線偏光は、光学軸の角度が 90° の第2の $1/4$ 波長位相差層17を透過することにより、左円偏光に変換され、緑色の右円偏光を反射する第1の円偏光分離層13を100%透過する。その後、この第1の円偏光分離層13を透過した緑色の左円偏光は、光学軸の角度が 180° の第3の $1/4$ 波長位相差層18を透過することにより、電場ベクトルの振幅方向が -45° の直線偏光に変換され、吸収型の第2の直線偏光層12に到達する。ここで、この第2の直線偏光層12は第2の直線偏光層11と光学軸が直交するように配置され、その光学軸の角度が 45° であるため、この第2の直線偏光層12において、緑色光は完全に吸収される。

【0109】以上をまとめると、図6(a)(b)(c)(d)に示すように、第2の $1/4$ 波長位相差層17の光学軸の角度 θ を 90° としたときには、緑色の画素に対応する部分においては、外光およびバックライト光のうち緑色光以外の光（青赤色光）が漏れ出すことはなく、外光に含まれる緑色光が全体の約17%の割合で観察側から射出し、バックライト光に含まれる緑色光が全体の約0%の割合で観察側から射出する。なお、この割合は、他の赤色の画素および青色の画素に対応する部分でも同一である。

【0110】なお、以上においては、第2の $1/4$ 波長位相差層17の光学軸の角度 θ を 0° 、 45° および 90° のいずれかに設定した場合のみについて説明したが、第2の $1/4$ 波長位相差層17の光学軸の角度 θ としては当然にこれ以外の値をとることが可能である。

【0111】このように本発明の第2の実施の形態によれば、上述した第1の実施の形態に係る偏光素子10Aの構成に加えて、第1の円偏光分離層13の背面側および観察側にそれぞれ第2および第3の $1/4$ 波長位相差層17、18を設けるようにしているので、これらの第2および第3の $1/4$ 波長位相差層17、18の光学軸の角度を変えるだけで、外光およびバックライト光の利用効率を任意に設定することができる。このため、このような偏光素子10Bを備えた液晶表示装置20Bは、それが使用される環境に応じて外光およびバックライト光の両方を最も効率的に利用して画像等の表示を行うことができ、光の利用効率の高い表示ディスプレイを得ることができる。また、表示ディスプレイの面内で光の利用効率を分割して制御することも可能であり、この場合には、特定部分での光の映り込み等による視認性の低下を効果的に防ぐことができる。

【0112】また、本発明の第2の実施の形態によれば、第2および第3の1/4波長位相差層17、18をその光学軸が互いに直交するように配置しているの、画素ごとに外光の余分な波長領域の光（例えば、緑色の画素に対応する部分では青色光および赤色光）の出射が抑制され、当該画素に応じた所望の色の光のみを効率的に取り出すことができる。

【0113】さらに、本発明の第2の実施の形態によれば、第2および第3の1/4波長位相差層17、18を、印加電圧に応じて光学軸が変化する位相差層とすることにより、電気的な制御により、ユーザー自身が外光およびバックライト光の利用効率を任意に設定することができる。

【0114】なお、上述した第2の実施の形態において、第2および第3の1/4波長位相差層17、18としては、広帯域の1/4波長位相差層を用いるようにしてもよい。なお、このような広帯域の1/4波長位相差層としては、単独で当該機能を実現するものの他、1/4波長位相差層および1/2波長位相差層を組み合わせたものを用いることができる。なお、後者の場合には、直線偏光が入射する側に1/2波長位相差層を配置するようにする。これにより、良好な色純度、コントラストおよび光の利用効率を得ることができる。

【0115】第3の実施の形態

次に、図7および図8により、本発明の第3の実施の形態について説明する。なお、本発明の第3の実施の形態は、着色光を照射するバックライトを備えた透過反射型の液晶表示装置等で好適に用いられるものであり、偏光素子の背面側の構成（第1の1/4波長位相差層、第2および第3の円偏光分離層）を適宜省略した点を除いて、他は図3乃至図6に示す第2の実施の形態とほぼ同一である。本発明の第3の実施の形態において、図3乃至図6に示す第2の実施の形態と同一部分には同一符号を付して詳細な説明は省略する。

【0116】図7に示すように、本発明の第3の実施の形態に係る液晶表示装置20Cは、液晶駆動セル21と、液晶駆動セル21の観察側に設けられた吸収型の観察側直線偏光層22と、液晶駆動セル21の背面側に設けられ、液晶駆動セル21に対して無偏光状態の着色光を照射するバックライト40とを備えている。なお、バックライト40としては、赤色、緑色および青色の各色の着色光を画素ごとに照射するエレクトロルミネセンス光源41と、反射板42とからなる面光源を用いることができる。なお、エレクトロルミネセンス光源41の代わりに、赤色、緑色および青色の各色の着色光を画素ごとに照射するLED素子を用いることももちろん可能である。

【0117】また、液晶駆動セル21とバックライト23との間には偏光素子10Cが設けられており、観察側から入射する外光のうち特定の波長領域の光を所定の割

合で反射するとともに、背面側に設けられたバックライト23からの光（バックライト光）を所定の割合で透過することができるようになっている。

【0118】ここで、偏光素子10Cは、右円偏光成分または左円偏光成分のいずれか一方の円偏光成分（例えば右円偏光成分）を、可視光領域に含まれる所定の波長領域（例えば緑色の波長領域）においてほぼ100%選択的に反射する第1の円偏光分離層13と、第1の円偏光分離層13の背面側に設けられた吸収型の第1の直線偏光層11と、第1の円偏光分離層13の観察側に設けられ、第1の直線偏光層11と光学軸が直交するように配置された吸収型の第2の直線偏光層12とを有している。

【0119】また、偏光素子10Cは、第1の円偏光分離層13と第1の直線偏光層11との間に設けられた第2の1/4波長位相差層17と、第1の円偏光分離層13と第2の直線偏光層12との間に設けられ、第2の1/4波長位相差層17と光学軸が直交するように配置された第3の1/4波長位相差層18とを有している。

【0120】なお、第1の円偏光分離層13は、液晶駆動セル21の各画素に対応して層面内で区分された複数の区分領域を有し、当該各区分領域において、バックライト40のエレクトロルミネセンス光源41により画素ごとに照射される、異なる波長領域の光（例えば、赤色、緑色または青色の波長領域の光）を選択的に反射するようにすることが好ましい。また、第1の円偏光分離層13は、コレステリック液晶層からなることが好ましい。

【0121】また、第2および第3の1/4波長位相差層17、18としては、印加電圧に応じて光学軸が変化する位相差層を用いることができ、具体的には例えば、ネマチック液晶やスメクチック液晶等で位相差を付与する駆動セルを用いることができる。また、第2および第3の1/4波長位相差層17、18自体を、光の進行方向に直交する平面内で回転できるように配設し、外部からの機械的な操作により、第2および第3の1/4波長位相差層17、18の光学軸の角度 θ を変化させるようにしてもよい次に、図8により、図7に示す液晶表示装置20Cの動作状態について、第2の1/4波長位相差層17の光学軸の角度 θ を45°に設定し、構成要素である他の各層の光学軸や旋光選択特性を図示のように設定した場合を例に挙げて説明する。なおここでは、上述した第2の実施の形態の場合と同様に、緑色の画素に対応する部分での光の挙動のみを説明するが、他の赤色および青色の画素に対応する部分での光の挙動は、反射および透過される光の波長領域が異なる点を除いて、他は図8に示すものと同一であるので、ここでは詳細な説明は省略する。なお、図8の表記方法は、図2に示すものと同一である。

【0122】まず、図8(a)(b)により、外光およびバック

クライト光のうち緑色光以外の青赤色光の挙動について説明する。

【0123】図8(a)に示すように、外光に含まれる青赤色光は、光学軸の角度が -45° である吸収型の観察側直線偏光層22に無偏光状態で入射する。観察側直線偏光層22は、無偏光状態の青赤色光のうち電場ベクトルの振幅方向が -45° の直線偏光のみを透過する。このような直線偏光は、液晶駆動セル21を透過することにより、電場ベクトルの振幅方向が 45° の直線偏光に変換され、光学軸の角度が 45° である吸収型の第2の直線偏光層12を100%透過する。次いで、この直線偏光は、光学軸の角度が 135° の第3の1/4波長位相差層18を100%透過し、緑色の右円偏光を反射する第1の円偏光分離層13、および光学軸の角度が 45° の第2の1/4波長位相差層17をも100%透過し、吸収型の第1の直線偏光層11に到達する。しかし、この第1の直線偏光層11は第2の直線偏光層12と光学軸が直交するように配置され、その光学軸の角度が -45° であるため、この第1の直線偏光層11において、青赤色光は完全に吸収される。

【0124】一方、図8(b)に示すように、緑色の画素に対応する部分では、バックライト40のエレクトロルミネセンス光源41から緑色光のみが照射されるので、この部分から、青赤色光が出射することはない。

【0125】次に、図8(c)(d)により、外光およびバックライト光のうち緑色光の挙動について説明する。

【0126】図8(c)に示すように、外光に含まれる緑色光は、光学軸の角度が -45° である吸収型の観察側直線偏光層22に無偏光状態で入射する。観察側直線偏光層22は、無偏光状態の緑色光のうち電場ベクトルの振幅方向が -45° の直線偏光のみを透過する。このような直線偏光は、液晶駆動セル21を透過することにより、電場ベクトルの振幅方向が 45° の直線偏光に変換され、光学軸の角度が 45° である吸収型の第2の直線偏光層12を100%透過する。次いで、この直線偏光は、光学軸の角度が 135° の第3の1/4波長位相差層18を100%透過し、第1の円偏光分離層13に到達する。ここで、この直線偏光は、緑色光であることから、緑色の右円偏光を反射する第1の円偏光分離層13において、その右円偏光成分が反射され、左円偏光成分は透過される。このうち、第1の円偏光分離層13で反射された緑色の右円偏光は、図示するような光路および偏光状態で、第3の1/4波長位相差層18、第2の直線偏光層12、液晶駆動セル21および観察側直線偏光層22を順次透過し、観察側から出射する。一方、第1の円偏光分離層13を透過した緑色の左円偏光は、光学軸の角度が 45° の第2の1/4波長位相差層17を透過することにより、電場ベクトルの振幅方向が 90° の直線偏光に変換され、吸収型の第1の直線偏光層11に到達する。ここで、この第1の直線偏光層11は第2の

直線偏光層12と光学軸が直交するように配置され、その光学軸の角度が -45° であるため、この第1の直線偏光層11において、緑色光の半分が吸収され、残りの半分が電場ベクトルの振幅方向が -45° の直線偏光に変換される。その後、この直線偏光は、バックライト40の反射板42において反射され、図示するような光路および偏光状態で、第1の直線偏光層11および第2の1/4波長位相差層17を順次透過した後、第1の円偏光分離層13を経て緑色の左円偏光のみが透過され、第2の直線偏光層12、液晶駆動セル21および観察側直線偏光層22を順次透過し、観察側から出射する。なお、このようにして観察側から出射する過程で、第1の円偏光分離層13において、緑色の右円偏光が再度バックライト23側に戻されることとなるが、このようにして戻された光についても、最終的に、図示するような光路および偏光状態を経て、観察側から出射する。

【0127】これにより、図8(c)に示すように、外光に含まれる緑色光は、全体の約6%の割合で観察側から出射する。

【0128】一方、図8(d)に示すように、バックライト40のエレクトロルミネセンス光源41から照射された緑色光は、光学軸の角度が -45° である吸収型の第1の直線偏光層11に無偏光状態で入射する。第1の直線偏光層11は、無偏光状態の緑色光のうち電場ベクトルの方向が -45° の直線偏光のみを透過する。次いで、この直線偏光は、光学軸の角度が 45° の第2の1/4波長位相差層17を透過し、第1の円偏光分離層13に到達する。ここで、この直線偏光は、緑色光であることから、緑色の右円偏光を反射する第1の円偏光分離層13において、その右円偏光成分が反射され、左円偏光成分は透過される。このうち、第1の円偏光分離層13を透過した緑色の左円偏光は、光学軸の角度が 135° の第3の1/4波長位相差層18を透過することにより、電場ベクトルの振幅方向が 90° の直線偏光に変換され、吸収型の第2の直線偏光層12に到達する。ここで、この第2の直線偏光層12は第2の直線偏光層11と光学軸が直交するように配置され、その光学軸の角度が 45° であるため、この第2の直線偏光層12において、緑色光の半分が吸収され、残りの半分が電場ベクトルの振幅方向が 45° の直線偏光に変換される。その後、このような直線偏光は、液晶駆動セル21を透過することにより、電場ベクトルの振幅方向が -45° の直線偏光に変換され、光学軸の角度が -45° である吸収型の第2の直線偏光層12を100%透過し、観察側から出射する。一方、第1の円偏光分離層13で反射された緑色の右円偏光は、再度バックライト23側に戻され、その一部が、図示するような光路および偏光状態を経て、観察側から出射する。

【0129】これにより、図8(d)に示すように、バックライト光(緑色光)は、全体の約17%の割合で観察

側から出射する。

【0130】以上をまとめると、図8(a)(b)(c)(d)に示すように、第2の1/4波長位相差層17の光学軸の角度 θ を 45° としたときには、緑色の画素に対応する部分においては、外光およびバックライト光のうち緑色光以外の光（青赤色光）が漏れ出ることなく、外光に含まれる緑色光が全体の約6%の割合で観察側から出射し、バックライト光に含まれる緑色光が全体の約17%の割合で観察側から出射する。なお、この割合は、他の赤色の画素および青色の画素に対応する部分でも同一である。

【0131】なお、以上においては、第2の1/4波長位相差層17の光学軸の角度 θ を 45° に設定した場合のみについて説明したが、第2の1/4波長位相差層17の光学軸の角度 θ としては当然にこれ以外の値をとることが可能である。例えば、第2の1/4波長位相差層17の光学軸の角度 θ を 0° としたときには、上述した第2の実施の形態と同様に、緑色の画素に対応する部分において、外光およびバックライト光のうち緑色光以外の光（青赤色光）だけでなく、緑色光自体も全く出射しない。また、第2の1/4波長位相差層17の光学軸の角度 θ を 90° としたときには、上述した第2の実施の形態と同様に、緑色の画素に対応する部分においては、外光およびバックライト光のうち緑色光以外の光（青赤色光）が漏れ出ることなく、外光に含まれる緑色光が全体の約17%の割合で観察側から出射し、バックライト光（緑色光）が全体の約0%の割合で観察側から出射する。

【0132】このように本発明の第3の実施の形態によれば、上述した第1および第2の実施の形態と同様に、外光に関しては、第1の円偏光分離層13の背面側および観察側にそれぞれ、光学軸が互いに直交するように配置された吸収型の第1および第2の直線偏光層11、12を設けているので、画素ごとに外光の余分な波長領域の光（例えば、緑色の画素に対応する部分では青色光および赤色光）の出射が抑制され、当該画素に応じた所望の色の光のみを効率的に取り出すことができる。一方、バックライト光に関しては、バックライト40のエレクトロルミネセンス光源41から照射される特定の波長領域の光（例えば、緑色光）を、吸収型の第1の直線偏光層11を介して観察側へ送ることができる。このため、このような偏光素子10Cによれば、外光およびバックライト光から効率的にある特定の偏光状態の特定の波長領域の光を取り出すことができる。また、このような偏光素子10Cを備えた液晶表示装置20Cは、吸収型のカラーフィルタを用いることなく、外光およびバックライト光の両方を効率的に利用して画像等の表示を行うことができ、光の利用効率の高い表示ディスプレイを得ることができる。

【0133】また、本発明の第3の実施の形態によれ

ば、第1の円偏光分離層13の背面側および観察側にそれぞれ第2および第3の1/4波長位相差層17、18を設けるようにしているので、これらの第2および第3の1/4波長位相差層17、18の光学軸の角度を変えるだけで、外光およびバックライト光の利用効率を任意に設定することができる。このため、このような偏光素子10Cを備えた液晶表示装置20Cは、それが使用される環境に応じて外光およびバックライト光の両方を最も効率的に利用して画像等の表示を行うことができ、光の利用効率の高い表示ディスプレイを得ることができる。また、表示ディスプレイの面内で光の利用効率を分割して制御することも可能であり、この場合には、特定部分での光の映り込み等による視認性の低下を効果的に防ぐことができる。

【0134】さらに、本発明の第3の実施の形態によれば、第2および第3の1/4波長位相差層17、18をその光学軸が互いに直交するように配置しているので、画素ごとに外光の余分な波長領域の光（例えば、緑色の画素に対応する部分では青色光および赤色光）の出射が抑制され、当該画素に応じた所望の色の光のみを効率的に取り出すことができる。

【0135】さらにまた、本発明の第3の実施の形態によれば、第2および第3の1/4波長位相差層17、18を、印加電圧に応じて光学軸が変化する位相差層とすることにより、電気的な制御により、ユーザー自身が外光およびバックライト光の利用効率を任意に設定することができる。

【0136】なお、上述した第3の実施の形態において、第1乃至第3の1/4波長位相差層16~18としては、広帯域の1/4波長位相差層を用いるようにしてもよい。なお、このような広帯域の1/4波長位相差層としては、単独で当該機能を実現するものの他、1/4波長位相差層および1/2波長位相差層を組み合わせたものを用いることができる。なお、後者の場合には、直線偏光が入射する側に1/2波長位相差層を配置するようにする。これにより、良好な色純度、コントラストおよび光の利用効率を得ることができる。

【0137】第4の実施の形態

次に、図9および図10により、本発明の第4の実施の形態について説明する。なお、本発明の第4の実施の形態は、吸収型の第1の直線偏光層とバックライトとの間に、第1の1/4波長位相差層および第2の円偏光分離層を設けた点を除いて、他は図7および図8に示す第3の実施の形態とほぼ同一である。本発明の第4の実施の形態において、図7および図8に示す第3の実施の形態と同一部分には同一符号を付して詳細な説明は省略する。

【0138】図9に示すように、本発明の第4の実施の形態に係る液晶表示装置20Dにおいては、液晶駆動セル21とバックライト23との間に偏光素子10Dが設

けられている。

【0139】ここで、偏光素子10Dは、図7に示す偏光素子10Cの構成に加えて、吸収型の第1の直線偏光層11の背面側に設けられ、第1の円偏光分離層13が選択的に反射する一方の円偏光成分と同一の旋光方向の円偏光成分（例えば右円偏光成分）を、少なくとも第1の円偏光分離層13が反射する所定の波長領域（例えば緑色の波長領域または白色の波長領域）においてほぼ100%選択的に反射する第2の円偏光分離層14と、第1の直線偏光層11と第2の円偏光分離層14との間に設けられた第1の1/4波長位相差層16とをさらに有している。なお、第1の直線偏光層11は、その光学軸が、第2の円偏光分離層14および第1の1/4波長位相差層16を通過することにより形成された直線偏光の振幅方向と一致するように配置されている。

【0140】次に、図10により、図9に示す液晶表示装置20Dの動作状態について、第2の1/4波長位相差層17の光学軸の角度 θ を45°に設定し、構成要素である他の各層の光学軸や旋光選択特性を図示のように設定した場合を例に挙げて説明する。なおここでは、上述した第1の実施の形態の場合と同様に、緑色の画素に対応する部分での光の挙動のみを説明するが、他の赤色および青色の画素に対応する部分での光の挙動は、反射および透過される光の波長領域が異なる点を除いて、他は図10に示すものと同一であるので、ここでは詳細な説明は省略する。なお、図10の表記方法は、図2に示すものと同一である。

【0141】まず、図10(a)(b)により、外光およびバックライト光のうち緑色光以外の青赤色光の挙動について説明する。

【0142】図10(a)に示すように、外光に含まれる青赤色光は、図8(a)に示す場合と同様の挙動をとり、第1の直線偏光層11において、外光に含まれる青赤色光は完全に吸収される。

【0143】一方、図10(b)に示すように、緑色の画素に対応する部分では、バックライト40のエレクトロルミネセンス光源41から緑色光のみが照射されるので、この部分から、青赤色光が出射することはない。

【0144】次に、図10(c)(d)により、外光およびバックライト光のうち緑色光の挙動について説明する。

【0145】図10(c)に示すように、外光に含まれる緑色光は、図8(c)に示す場合と同様の挙動をとる。

【0146】ただし、第1の円偏光分離層13を透過した緑色の左円偏光は、第2の1/4波長位相差層17および吸収型の第1の直線偏光層11を透過して電場ベクトルの振幅方向が-45°の直線偏光に変換された後、光学軸の角度が0°の第1の1/4波長位相差層16を透過することにより、左円偏光に変換され、緑色または白色の右円偏光を反射する第2の円偏光分離層14を1

00%透過し、緑色の左円偏光としてバックライト23に戻される。

【0147】これにより、図10(c)に示すように、外光に含まれる緑色光は、図8(c)に示す場合と同様に、全体の約6%の割合で観察側から出射する。

【0148】一方、図10(d)に示すように、バックライト40のエレクトロルミネセンス光源41から照射された緑色光は、図8(d)に示す場合と同様の挙動をとる。

【0149】ただし、バックライト40から照射された緑色光は、白色の右円偏光を反射する第2の円偏光分離層14に無偏光状態で入射する。第2の円偏光分離層14は、無偏光状態の緑色光のうち左円偏光成分のみを透過する。ここで、第2の円偏光分離層14で反射された右円偏光成分はバックライト23に戻されてリサイクルされるため、上述した第1の実施の形態と同様に、第2の円偏光分離層14の観察側からは、左円偏光状態の緑色光が理想的には100%の強度で出射する。

【0150】その後、第2の円偏光分離層14を透過した緑色の左円偏光は、光学軸の角度が0°の第1の1/4波長位相差層16を透過することにより、電場ベクトルの振幅方向が-45°の直線偏光に変換され、光学軸の角度が-45°である吸収型の第1の直線偏光層11を100%透過する。

【0151】これにより、バックライト光（緑色光）は、図8(d)に示す場合と異なり、第1の直線偏光層11でのロスがなくなるため、図10(d)に示すように、全体の約33%の割合で観察側から出射する。

【0152】以上をまとめると、図10(a)(b)(c)(d)に示すように、第2の1/4波長位相差層17の光学軸の角度 θ を45°としたときには、緑色の画素に対応する部分においては、外光およびバックライト光のうち緑色光以外の光（青赤色光）が漏れ出すことはなく、外光に含まれる緑色光が全体の約6%の割合で観察側から出射し、バックライト光に含まれる緑色光が全体の約33%の割合で観察側から出射する。なお、この割合は、他の赤色の画素および青色の画素に対応する部分でも同一である。

【0153】なお、以上においては、第2の1/4波長位相差層17の光学軸の角度 θ を45°に設定した場合のみについて説明したが、第2の1/4波長位相差層17の光学軸の角度 θ としては当然にこれ以外の値をとることが可能である。例えば、第2の1/4波長位相差層17の光学軸の角度 θ を0°としたときには、上述した第2の実施の形態と同様に、緑色の画素に対応する部分において、外光およびバックライト光のうち緑色光以外の光（青赤色光）だけでなく、緑色光自体も全く出射しない。また、第2の1/4波長位相差層17の光学軸の角度 θ を90°としたときには、上述した第2の実施の形態と同様に、緑色の画素に対応する部分においては、

外光およびバックライト光のうち緑色光以外の光（青赤色光）が漏れ出ることなく、外光に含まれる緑色光が全体の約 17% の割合で観察側から出射し、バックライト光に含まれる緑色光が全体の約 0% の割合で観察側から出射する。

【0154】このように本発明の第 4 の実施の形態によれば、上述した第 3 の実施の形態に係る偏光素子 10C の構成に加えて、吸収型の第 1 の直線偏光層 11 とバックライト 40 との間に、第 1 の 1/4 波長位相差層 16 および第 2 の円偏光分離層 14 を設けるようにしている

【0155】

【実施例】次に、上述した実施の形態の具体的実施例について述べる。なお、本実施例は、上述した第 2 の実施の形態に対応するものである。

【0156】本実施例においては、図 3 に示すように、観察側直線偏光層 22、液晶駆動セル 21、偏光素子 10B およびバックライト 23 を観察側からこの順で配置した液晶表示装置 20B を準備した。

【0157】また、偏光素子 10B として、図 3 に示すように、第 2 の直線偏光層 12、第 3 の 1/4 波長位相差層 18、第 1 の円偏光分離層 13、第 2 の 1/4 波長位相差層 17、第 1 の直線偏光層 11、第 1 の 1/4 波長位相差層 16、第 3 の円偏光分離層 15 および第 2 の円偏光分離層 14 を観察側からこの順で配置されている。

【0158】ただし、本実施例に係る偏光素子 10B では、第 1 の円偏光分離層 13 および第 3 の円偏光分離層 15 は、層面内で区分せず、第 1 の円偏光分離層 13 においては、緑色の波長領域の光を選択的に反射し、第 3 の円偏光分離層 15 においては、青赤色の波長領域の光を選択的に反射するようにした。なお、このような構成は、液晶表示装置のうち緑色の画素に対応する部分に相当するものである。

【0159】ここで、液晶駆動セル 21 の液晶モードとしては、TN（ツイステッドネマチック）モードを用いた。また、バックライト 23 としては、白色光を照射する線状光源と導光板とからなる面光源を用いた。さらに、観察側直線偏光層 22 としては、吸収型のものを用い、その光学軸の角度を -45° に設定した。

【0160】また、第 1 の円偏光分離層 13 としては、500nm に中心波長を持つ右円偏光をほぼ 100% 選択的に反射するコレステリック液晶層を用いた。また、第 2 の円偏光分離層 14 としては、400nm~700nm の右円偏光をほぼ 100% 反射するコレステリック液晶層を用いた。さらに、第 3 の円偏光分離層 15 とし

ては、410nm に中心波長を持つ左円偏光をほぼ 100% 選択的に反射するコレステリック液晶層と、590nm に中心波長を持つ左円偏光をほぼ 100% 選択的に反射するコレステリック液晶層との積層体を用いた。

【0161】さらに、第 1 および第 2 の直線偏光層 11, 12 としては、吸収型のものを用い、具体的には TECH SPEC（商標）偏光フィルム（エドモンド製）を用いた。ここで、観察側直線偏光層 22 の光学軸と第 2 の直線偏光層 12 の光学軸とが互いに直交するように配置した。また、第 2 の直線偏光層 12 の光学軸と第 1 の直線偏光層 11 の光学軸とが互いに直交するように配置した。すなわち、第 1 および第 2 の直線偏光層 11, 12 はそれぞれ、その光学軸の角度を -45° , 45° に設定した。

【0162】さらにまた、第 1 乃至第 3 の 1/4 波長位相差層 16~18 としては、COMMERCIAL 1/4 λ 位相差フィルム（ボラロイド製）を用いた。ここで、第 1 の 1/4 波長位相差層 16 は、第 2 の円偏光分離層 14 および第 1 の 1/4 波長位相差層 16 を通過することにより形成された直線偏光の振幅方向が第 1 の直線偏光層 11 の光学軸と一致するような関係で配置した。なお、上述したように、第 1 の直線偏光層 11 の光学軸の角度が -45° であることから、第 1 の 1/4 波長位相差層 16 の光学軸の角度は 0 度に設定した。なお、第 2 および第 3 の 1/4 波長位相差層 17, 18 は、光学軸が互いに直交するように配置するが、その角度（例えば、第 2 の 1/4 波長位相差層 17 の光学軸の角度 θ ）自体は、 $0^\circ \sim 180^\circ$ の範囲で任意に設定した。

【0163】（評価結果）まず、第 2 の 1/4 波長位相差フィルム 17 の光学軸の角度 θ を 45° に設定した場合（第 1 の直線偏光層 11 の光学軸に対して第 2 の 1/4 波長位相差層 17 の光学軸が直交する場合）について、暗室でバックライト 23 を点灯したときに、緑色に見えることを確認した。また、バックライト 23 を消灯したときでも、蛍光灯の照明下で緑色に見えることを確認した。さらに、その状態で、バックライト 23 を点灯すると、より緑色が明るくなることを確認した。

【0164】次に、第 2 および第 3 の 1/4 波長位相差フィルム 17, 18 の光学軸の角度を変化させたときの光の利用効率を測定した。測定には、ゴニオフォトメーター（アベックス製）を用いた。

【0165】外光の利用効率に関しては、無偏光状態の白色光を照射し、 5° の入射角での反射光の強度を測定した。この場合の利用効率は、410nm、500nm および 590nm のそれぞれの波長に関して、（入射光の特定の波長での強度）÷（反射光の特定の波長での強度）で算出した。

【0166】これに対し、バックライト光の利用効率に関しては、バックライト 23 を取り外した上で、第 2 の円偏光分離層 14 に対して左円偏光状態の白色光を入射

し、 0° の入射角での透過光の強度を測定した。なお、この場合には、バックライト 23 から出た光の最初のリサイクルが 100% 行われた状態に対応しているが、内部で繰り返しリサイクルされる分については考慮されていない。この場合の利用効率は、410nm、500nm*

*および 590nm のそれぞれの波長に関して、(入射光の特定の波長での強度) \div (透過光の特定の波長での強度) で算出した。

【0167】本実施例の測定結果を次表 3 に示す。

【表 3】

表 3：利用効率の実験値 (単位 (%))

$\theta(^{\circ})$	410nm		500nm		590nm	
	外光	バックライト光	外光	バックライト光	外光	バックライト光
0	0	0	0	1	0	0
30	1	0	1	16	0	0
45	1	0	4	15	0	0
60	1	0	7	10	0	0
90	0	0	12	1	0	0
120	1	0	6	12	0	0
135	1	0	2	14	0	0
150	1	0	0	9	0	0

【0168】なお、上記表 3 に関しては、外光の場合には、カラーの表示ディスプレイとしては白色の外光のうちの緑色の画素に対応する部分では緑色光以外は吸収されるので、外光の強度は、赤色光、緑色光および青色光で三等分し、測定結果に $1/3$ を乗じた。

【0169】また、上記表 3 中の θ は、第 2 の $1/4$ 波長位相差フィルム 17 の光学軸の角度を表している。

【0170】上記表 3 に示すように、波長が 410nm の青色光、波長が 590nm の赤色光はどの角度 θ でもほとんど 0% の利用効率であることが分かる。また、波長が 500nm の緑色光は角度 θ の変化に伴って利用効率が変化した。

【0171】図 11 は本実施例における緑色光に対する利用効率の変化を数値計算により求めた計算結果を示すが、上記表 3 の測定結果はこの計算結果と同様なものとなることが確認できる。(なお、上記表 3 の測定結果では、バックライト光の強度に、内部でのリサイクル分が含まれていないが、このリサイクル分が含まれればその分数値は上昇するものと予想される。)

なお、上記表 3 および図 11 から分かるように、例えば、真昼の晴天下等の明るい場所では、外光を多く利用するのがよく、外光を最大に利用するときには、第 2 の $1/4$ 波長位相差層 17 の光学軸の角度 θ を 90° に設定すればよく、この場合には、外光を 17% 利用することができる。一方、暗室等の暗い場所では、バックライト光を最大限に利用するのがよく、第 2 の $1/4$ 波長位相差層 17 の光学軸の角度 θ を 40° にすると、バックライト光を 35% 利用することができる(外光の利用分は 5%)。なお、バックライト光の利用効率に関しては、従来の透過型の液晶表示装置では、理想的でも 17% の利用効率しかない。なお、室内照明下では、真昼の

20 晴天下の数%の明るさしかないが、バックライト光と併用することにより、輝度を高く保つことができる。例えば、外光およびバックライト光の利用効率の比を 8:2 にしたい場合には、第 2 の $1/4$ 波長位相差層 17 の光学軸の角度 θ を 50° 付近にすればよい。また、外光およびバックライト光の利用効率の比を 8:2 にしたい場合には、第 2 の $1/4$ 波長位相差層 17 の光学軸の角度 θ を 70° 付近に設定すればよい。

【0172】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、吸収型のカラーフィルターを用いる必要がない、光の利用効率に優れた偏光素子および液晶表示装置を提供することができる。また、表示ディスプレイが使用される環境に応じて外光およびバックライト光の利用効率を任意に設定することができる、環境への対応性に優れた偏光素子および液晶表示装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態に係る偏光素子を、当該偏光素子が液晶表示装置に組み込まれた状態で示す模式図。

40 【図 2】図 1 に示す液晶表示装置の動作状態を説明するための光路図。

【図 3】本発明の第 2 の実施の形態に係る偏光素子を、当該偏光素子が液晶表示装置に組み込まれた状態で示す模式図。

【図 4】図 3 に示す液晶表示装置の第 1 の動作状態を説明するための光路図。

【図 5】図 3 に示す液晶表示装置の第 2 の動作状態を説明するための光路図。

50 【図 6】図 3 に示す液晶表示装置の第 3 の動作状態を説明するための光路図。

【図 7】本発明の第 3 の実施の形態に係る偏光素子を、当該偏光素子が液晶表示装置に組み込まれた状態で示す模式図。

【図 8】図 7 に示す液晶表示装置の動作状態を説明するための光路図。

【図 9】本発明の第 4 の実施の形態に係る偏光素子を、当該偏光素子が液晶表示装置に組み込まれた状態で示す模式図。

【図 10】図 9 に示す液晶表示装置の動作状態を説明するための光路図。

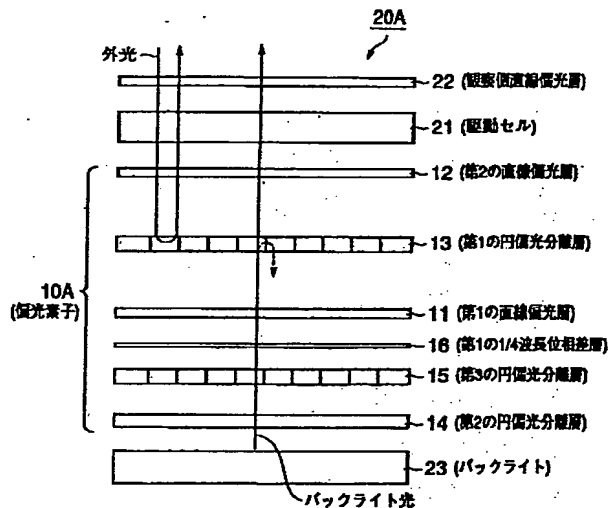
【図 11】図 3 に示す液晶表示装置における光の利用効率（外光およびバックライト光の利用効率）の計算値を示す図。

【符号の説明】

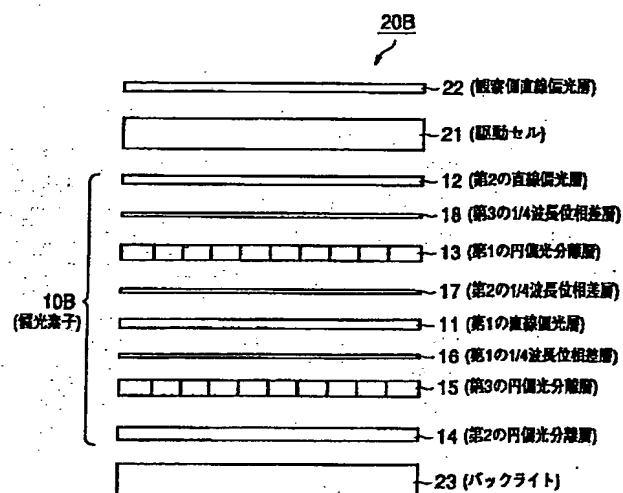
10A, 10B, 10C, 10D 偏光素子

- 11 第 1 の直線偏光層
- 12 第 2 の直線偏光層
- 13 第 1 の円偏光分離層
- 14 第 2 の円偏光分離層
- 15 第 3 の円偏光分離層
- 16 第 1 の $1/4$ 波長位相差層
- 17 第 2 の $1/4$ 波長位相差層
- 18 第 3 の $1/4$ 波長位相差層
- 20A, 20B, 20C, 20D 液晶表示装置
- 21 液晶駆動セル
- 22 観察側直線偏光層
- 23, 40 バックライト
- 41 エレクトロルミネセンス光源（着色光源）
- 42 反射板

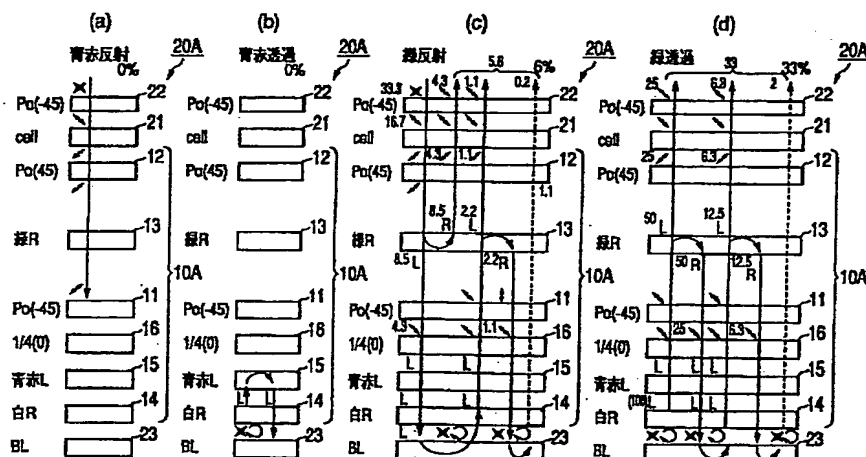
【図 1】



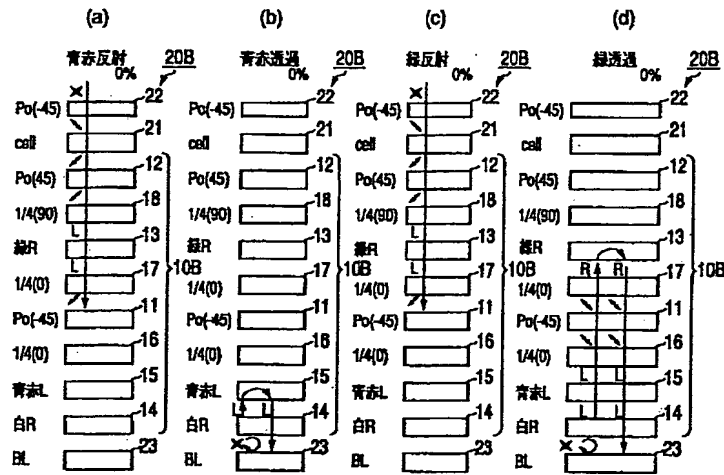
【図 3】



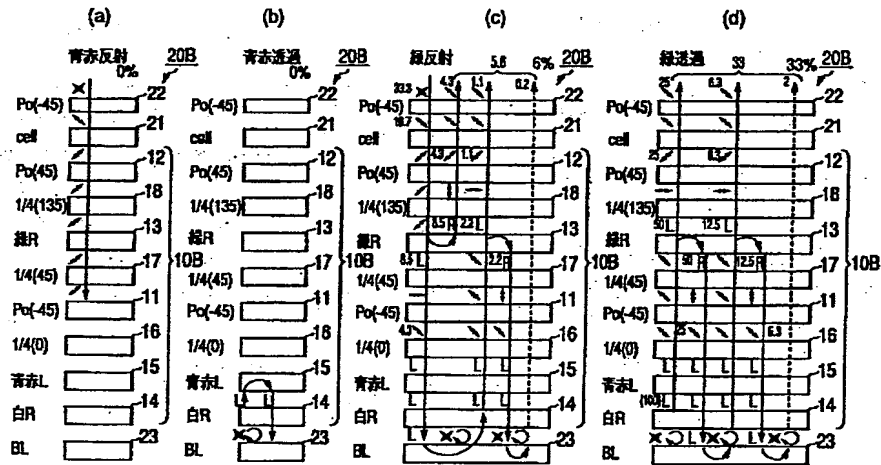
【図 2】



【図4】

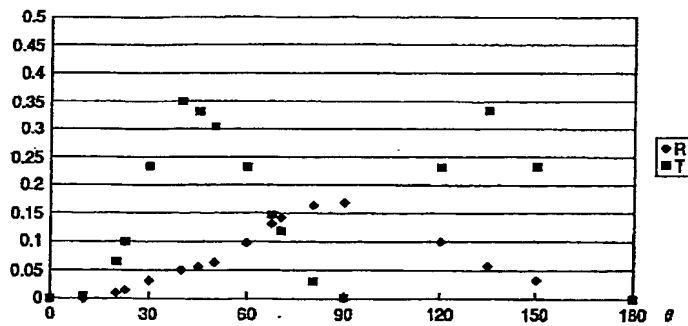


【図5】

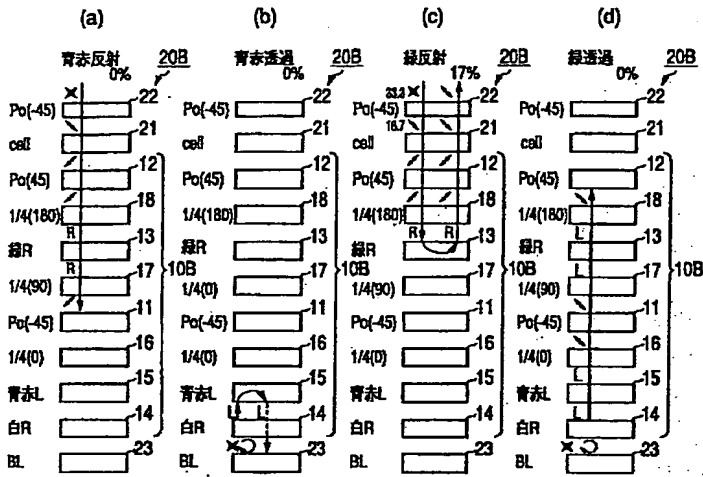


【図11】

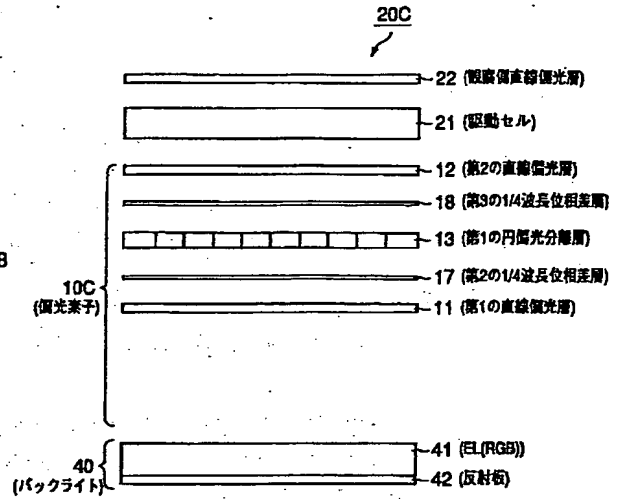
光の利用効率の計算値
R 外光(反射)
T バックライト光(透過)



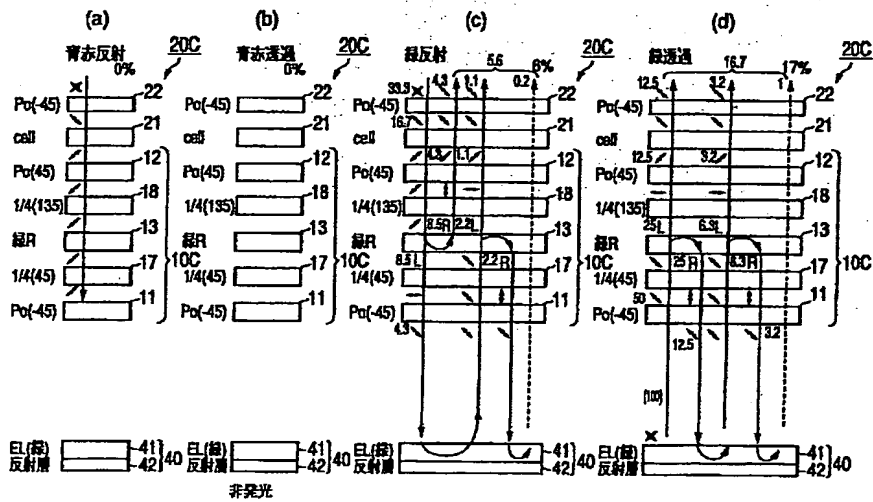
【図6】



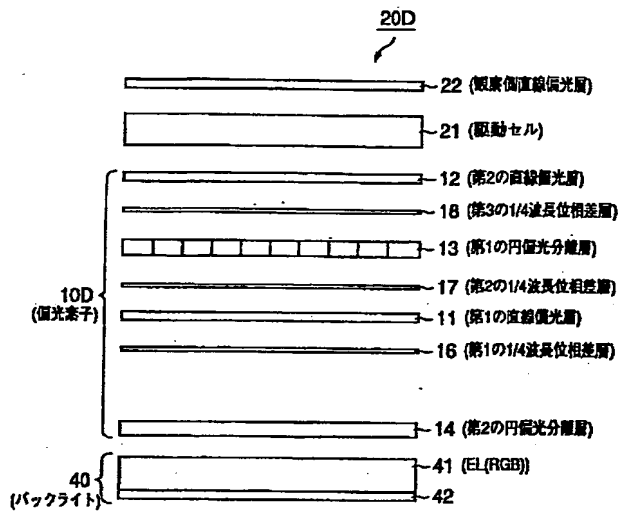
【図7】



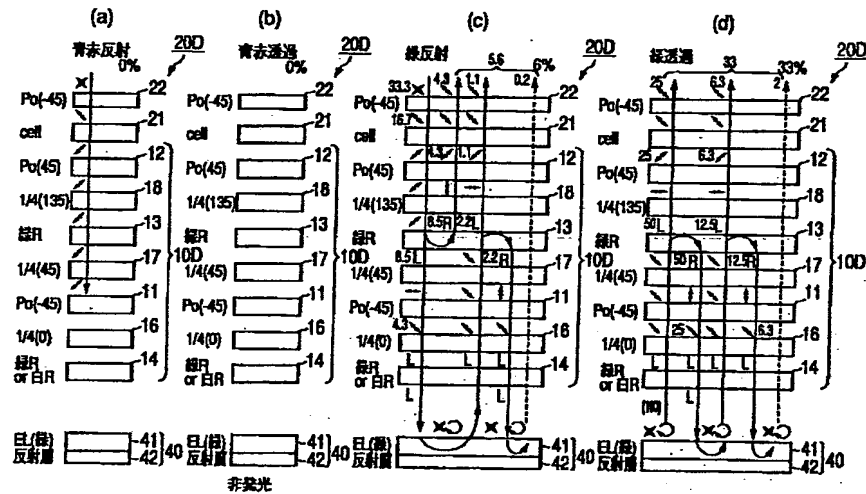
【図8】



【図9】



【図10】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)